

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ**  
**СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**Кафедра «Хімічна технологія високомолекулярних сполук»**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

**Тема:** Виробництво ароматичних спиртів.

Виконавець роботи

Осадчий В.В.

Завідувач кафедри

Лукашов В.К.

Керівник роботи

Середа В.І.

## Реферат

Пояснительная записка: 91 с., 1 рис., 9 табл., 14 источников литературы.

Графические материалы: технологическая схема производства с автоматизацией, сборочный чертеж аппарата, строительно-компоновочный чертеж, технико-экономические показатели, всего 4 листа формата А1.

Тема работы: " Производство ароматических сиртов».

В первом разделе описано технико-экономический анализ.

Во втором, технологическая часть – описаны физико химические свойства продукта и процесса. Также описан технологический процесс и основное оборудование. Приведены технологические расчеты, необходимые для проектирования промышленного объекта.

В разделе автоматика и автоматизация технологического процесса приведен анализ состояния автоматизации, выбор и обоснование параметров контроля.

В разделе охрана труда предоставлен анализ потенциальных опасностей возникающих в процессе, требования к охране труда и технике безопасности, а также требования предприятия к самому производству.

В разделе строительно-монтажная часть обоснования компоновки оборудования, и рекомендации по проведения монтажно-ремонтных работ.

В разделе экономическая часть анализ существующей конструкции, рассчитана себестоимость конструкции и рассчитан экономический эффект от производства.

Ключевые слова: БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ, БЕНЗИЛХЛОРИД, КАЛЬЦИНИРОВАННАЯ СОДА, РЕАКТОР СИНТЕЗА.

## Оглавление

Введение.....	5
1 Техничко-экономическое обоснование проекта .....	6
1.1 Обоснование выбора технологической схемы производства.....	6
1.2 Новизна проектной разработки .....	6
1.3 Экономическое обоснование проектной новизны.....	7
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Физико-химические свойства бензилового спирта .....	9
2.2 Характеристика сырья, вспомогательных материалов .....	10
2.3 Физико-химические свойства аналоговых спиртов данной группы .....	10
2.4 Физико-химические свойства процесса.....	14
2.5 Описание технологической схемы .....	16
2.6 Описание конструкции аппарата .....	18
2.7 Технологические расчеты и определение конструктивных размеров аппарата.....	20
2.8 Выбор вспомогательного оборудования .....	30
3 Автоматика и автоматизация технологического процесса.....	34
3.1 Анализ состояния автоматизации процесса производства .....	34
бензилового спирта .....	34
3.2. Выбор и обоснование параметров контроля и регулирования .....	35
3.3 Выбор и обоснование технических средств автоматизации .....	39
4. Охрана труда.....	57
4.1 Анализ потенциальных опасностей, возникающих во время эксплуатации оборудования .....	57
4.1.1 Сведения о взрыво-, пожароопасности, электростатических свойствах, токсичности .....	57
4.1.2 Общие правила техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.....	58

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ		
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб.					Пояснительная записка	Лит.	Лист
Провер.							3
							90
Н. Контр.						ШИ Сум ДУ гр. ХТм-71Ш	
Утверд.							

4.2 Система противопожарной безопасности.	Система
противопожарной защиты.....	66
4.2.1. Меры безопасности при ведении технологического процесса, выполнении регламентных производственных операций. ....	66
4.2.2 Тушение возможных загораний .....	68
4.3 Расчет освещения .....	68
5 Строительно-монтажная часть.....	71
5.1 Обоснование компоновки оборудования установки .....	71
5.2 Организация монтажных и ремонтных работ .....	72
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	76
6.1 Технико-экономический анализ существующих конструкций.....	76
6.2 Определение себестоимости и оптовой цены конструкции .....	76
6.3 Определение экономического эффекта от производства и эксплуатации новой техники.....	81
Выводы .....	90
ЛИТЕРАТУРА.....	91

## Введение

Проблемы получения бензилового спирта высокого качества из исходных компонентов требуют к себе большого внимания, т.к. неправильное и некачественное соблюдение режимов технологических процессов не позволяют получить продукцию требуемого качества.

Из всей технологической цепочки следует выделить фазу приготовления реакционной смеси, где от качества выполнения технологического процесса и правильно подобранного аппаратного оформления зависят конечные свойства готового продукта. Причем технологическая схема принята типовой для получения бензилового спирта. Такой выбор обусловлен практикой эксплуатации данного производства, отличие же заключается в некоторых конструктивных особенностях задействованных аппаратов.

Суть производства получения бензилового спирта заключается в правильно выбранном температурном режиме процесса с небольшим допуском на номинальное значение температуры, а также точной дозировкой компонентов и времени проведения технологического процесса. Выбор конструкции аппаратов и их конструктивных элементов зависит от многих факторов и определяется в основном экономической целесообразностью, стоимостью технологических процессов, требованиями, предъявленными к готовой продукции, а также условиями эксплуатации оборудования с точки зрения безопасности обслуживающего персонала.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1 Технико-экономическое обоснование проекта

### 1.1 Обоснование выбора технологической схемы производства

Проблемы получения бензилового спирта высокого качества из исходной смеси требуют к себе большого внимания, так как неправильное и некачественное соблюдение технологического процесса не позволяет получить спирт требуемого качества.

Из всей технологической цепочки следует выделить отделение синтеза, где от качества выполнения технологического процесса и правильно подобранного аппаратного оформления зависят конечные свойства готового продукта. Причем технологическая схема принята типовой для получения спирта. Такой выбор обусловлен практикой эксплуатации данного производства, отличие же заключается в некоторых конструктивных особенностях задействованных аппаратов.

Суть производства получения бензилового спирта заключается в правильно выбранном температурном режиме процесса с оптимальным допуском на номинальное значение температуры, а также точной дозировкой компонентов и времени проведения технологического процесса. Реакционная смесь приготавливается на основе хлористого бензила, что и обуславливает жесткие ограничения по режиму проведения технологического процесса.

Выбор конструкции аппаратов и их конструктивных элементов зависит от многих факторов и определяется в основном экономической целесообразностью, стоимостью технологических процессов, требованиями, предъявленными к готовой продукции, а также условиями эксплуатации оборудования с точки зрения безопасности обслуживающего персонала. Поэтому при подборе и разработке оборудования особое внимание уделялось герметизации основного и вспомогательного оборудования, защите от статического электричества и искробезопасности оборудования, чувствительности приборов автоматизации и контроля к изменениям технологических параметров.

### 1.2 Новизна проектной разработки

Задача создания новой технологической схемы состоит в разработке комплекса взаимосвязанных процессов, обеспечивающих выработку требуемых продуктов нужного качества при минимальных капитальных затратах и эксплуатационных расходах, или иначе, при минимальной себестоимости.

Разработка технологической схемы включает в себя:

- сравнительный анализ и обоснование выбранного метода в соответствии с конкретными условиями;
- определение основных и вспомогательных физико-химических процессов и их последовательности;
- аппаратное оформление технологического процесса;

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- решение вопроса о способах приема, выдачи сырья и готового продукта, а также передаточных операций на промежуточных фазах производства;
- механизацию и автоматизацию технологических процессов;
- обеспечение техники безопасности и охраны труда;
- составление перспективных планов расширения производства.

Основываясь на перечисленных выше факторах применение технологического процесса синтеза бензилового спирта с использованием реакторов с мешалками, определило создание технологического процесса с соответствующим аппаратным содержанием.

При разработке аппаратов учитывались современные разработки по усовершенствованию конструкций оборудования и их элементов, мероприятия по снижению металлоемкости оборудования и оснастки; принимались во внимание режимы движения компонентов и их смешения.

Также учитывалось компактное расположение аппаратов, что позволило рационально использовать производственные площади.

Оптимальное аппаратное содержание производства синтеза бензилового спирта, рациональная трубопроводная обвязка оборудования во многом определяют успешное осуществление всего технологического процесса. При этом при выборе оборудования учтены следующие условия: характер технологического процесса и необходимость поддержания температурного режима в аппаратах.

Одним из факторов при выборе оборудования являлось требование любой разработки к максимальной унификации оборудования с целью удешевления его изготовления специализированными предприятиями. Известно, что стоимость изготовления индивидуальной конструкции аппарата минимум в 1,5 раза выше аналогичной типовой конструкции за счет создания соответствующей оснастки и приспособлений для изготовления деталей и сборки аппарата.

### 1.3 Экономическое обоснование проектной новизны

Экономическое обоснование проекта производится путем сопоставления основных технико-экономических показателей: капитальных затрат, эксплуатационных расходов, срока окупаемости и других показателей по проектируемому объекту с теми же показателями по аналогичным объектам.

Экономическое обоснование проекта дополняется качественным анализом, характеризующим уровень организации труда: улучшение условий труда; степень его механизации и уровень автоматизации производственного процесса; повышение общей культуры производства.

Применение разработанного технологического процесса с учетом повышения качества готового продукта, снижение удельных затрат на единицу готовой продукции, увеличение автоматизации технологического процесса позволило сократить, при прочих равных условиях, затраты живого труда. А чем выше

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

затраты живого труда на производство единицы продукции, тем выше требования к культуре производства.

При этом повышается квалификация обслуживающего персонала, уменьшается вероятность получения некондиционной продукции, так как средства автоматизации позволяют контролировать технологический процесс по всем технологическим фазам и оперативно вмешаться в его ход при появлении каких-либо отклонений или изменения режимов его проведения.

Применение разработанного технологического процесса предполагает более рациональное размещение оборудования на производственных площадях, что в свою очередь снижает удельные капитальные затраты на обустройство технологического потока.

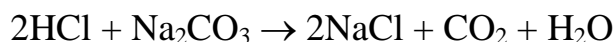
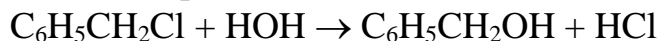
					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2 Технологическая часть

### 2.1 Физико-химические свойства бензилового спирта

Сущность процесса получения бензилового спирта состоит в омылении хлористого бензила раствором кальцинированной соды для нейтрализации выделяющегося хлористого водорода.



Бензиловый спирт, простейший ароматический спирт,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ , бесцветная жидкость со слабым приятным запахом,  $t_{\text{кип}} 302^\circ\text{C}$  [9]. Растворим в органических растворителях, нерастворим в воде. Обладает химическими свойствами ароматических спиртов. Содержится во многих эфирных маслах и природных бальзамах. Получают бензиловый спирт щелочным гидролизом бензилхлорида или бензилацетата, окислением толуола. Бензиловый спирт и его эфиры (например, бензилацетат) применяют как фиксаторы запаха, душистые вещества в парфюмерии и производстве мыла, компоненты пищевых эссенций, растворители лаков и др.

Основные характеристики готового продукта приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики готового продукта

Наименование материала	Сведения о сырье	Сведения об электростатических свойствах	Токсичность и характер действия на организм человека	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Спирт бензиловый	Горючая безцветная жидкость Температура кипения - $208^\circ\text{C}$ , температура вспышки - $60^\circ\text{C}$ , температура воспламенения - $100^\circ\text{C}$ , температура самовоспламенения - $436^\circ\text{C}$	Удельное объемное электрическое сопротивление - $1,2 \cdot 10^{10}$ Ом·м, минимальная энергия зажигания - $2,2 \cdot 10^3$ Дж	Обладает наркотическим действием. Может вызвать отравление, головные боли, пищеварительные расстройства, кожные заболевания, раздражение слизистых оболочек. Относится к классу умеренно опасных веществ	В воздухе рабочей зоны - 5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ

Лист  
9

## 2.2 Характеристика сырья, вспомогательных материалов

Характеристика сырья, вспомогательных материалов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика сырья, вспомогательных материалов

Наименование материала	Сведения о сырье	Сведения об электрических свойствах	Токсичность и характер действия на организм человека	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Бензил хлористый	Легковоспламеняющаяся жидкость. Температура кипения - 176°C, температура вспышки - 60°C пределы взрываемости 4,7-39,0% объемных, температурные пределы воспламенения - 12-43°C	Удельное объемное электрическое сопротивление - 8,7 10 <sup>6</sup> Ом·м, минимальная энергия зажигания - 0,21 мДж. Допустимая скорость движения по трубопроводам - 2 м/с	Обладает резким запахом. У человека вызывает раздражение слизистых оболочек, особенно глаз. На коже вызывает тяжелые воспалительные процессы.	В воздухе рабочей зоны – 0,5
Сода кальцинированная	Непожаровзрывоопасное вещество.	Удельное объемное электрическое сопротивление - 1·10 <sup>3</sup> Ом·м	Может вызывать язвы. Возможны раздражения слизистых оболочек	В воздухе - 2

## 2.3 Физико-химические свойства аналоговых спиртов данной группы

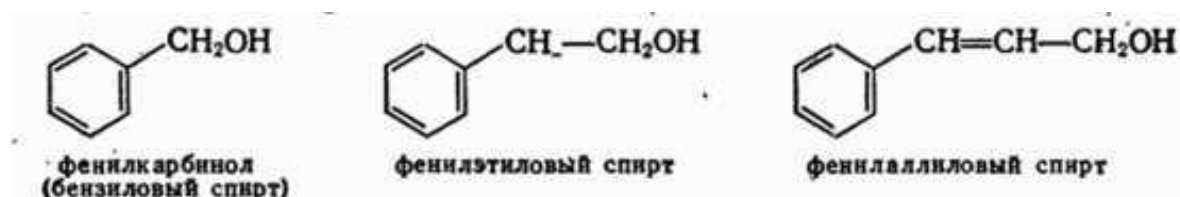
Бензиловый спирт относится к группе ароматических спиртов.

Ароматическими спиртами называются производные жирноароматических

углеводородов, которые содержат гидроксильные группы в боковых цепях.

**Номенклатура.** Ароматические спирты обычно называют по рациональной номенклатуре, рассматривая их как замещенные спирты жирного ряда [6]:

**Свойства.** Простейшие ароматические спирты при обычных условиях



представляют собой жидкости или кристаллические вещества с ароматическим запахом.

Ароматические спирты отличаются от фенолов прежде всего тем, что не имеют резко выраженных кислотных свойств. Они очень близки к спиртам жирного ряда: при действии щелочных металлов образуют алкоголяты; при окислении, в зависимости от строения, превращаются в соответствующие альдегиды или кетоны; легко образуют простые и сложные эфиры и т. д.

**Способы получения.** Ароматические спирты в свободном состоянии и особенно в виде эфиров широко распространены в природе. Они обычно находятся в эфирных маслах [8].

Методы синтеза ароматических спиртов такие же, как и спиртов жирного ряда, например действие щелочей на соответствующие галоидпроизводные.

Обладает слабым приятным запахом. В виде сложных эфиров, имеющих приятный запах, встречается в растительных смолах и в эфирном масле жасмина (в виде эфира "уксусной кислоты"). Сложные эфиры бензинового спирта применяются в парфюмерной промышленности. Получают бензиловый спирт обычными методами синтеза спиртов жирного ряда.

### Фенилэтиловый спирт

**Описание:** Представляет собой прозрачную, бесцветную жидкость с запахом, напоминающим запах розы.

Плотность: 1,017-1,020 г/см<sup>3</sup> (20°C).

Температура плавления: -27 0С.

Температура кипения: 219–220С.

**Растворимость:** Растворим в бензил бензоате, хлороформе, диэтил фталате, этаноле, эфире, жирных маслах, глицерине, пропиленгликоле, мало растворим в минеральном масле, растворим в воде 1:60.

**Способ получения:** Содержится в розовом, гвоздичном, гераниевом, неролиевом, иланговом и др. эфирных маслах. В промышленных масштабах получают синтетическим путем.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

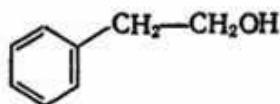
Несовместимость: Несовместим с сильными окислителями. Антимикробная активность снижается в присутствии белков, пептидов и аминокислот.

Стабильность: Фенилэтиловый спирт стабилен в чистом виде и в водных растворах в кислых и в щелочных условиях. Водные растворы выдерживают стерилизацию автоклавированием. Легко сорбируется полиэтиленом низкой плотности, не сорбируется полипропиленом и резиной.

Функциональная категория: консервант, душистое вещество, растворитель.

Свойства и применение: предотвращает или замедляет рост бактерий, и таким образом защищает косметику и средства личной гигиены от порчи. Фенилэтиловый спирт также придает аромат продуктам. Эффективен по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям: для *Staphylococcus aureus* минимальная эффективная концентрация 5 мг/мл; *Salmonella typhi* - 1.25 мг/мл; *Pseudomonas aeruginosa* 2.5 мг/мл; *Escherichia coli* 5.0 мг/мл. Мало эффективен против грибов, дрожжей, а также спор. Полная консервирующая способность при добавлении 0,2%. Фенилэтиловый спирт проявляет умеренную антимикробную активность, максимальную при значении pH менее 5,0, при значении pH более 8,0 она снижается. Антимикробная активность фенилэтилового спирта частично ингибируется такими популярными эмульгаторами, используемыми в косметической промышленности, как полисорбаты (твины), хотя и не в такой сильной степени, как парабены. Это свойство делает фенилэтиловый спирт незаменимым консервантом для продуктов, содержащих полисорбаты. Имеет хорошую растворимость в воде и жирных маслах и может быть использован для водных продуктов, а также в эмульсиях. Обладает хорошими сольватирующими свойствами и способствует созданию стабильного косметического препарата. Как и многие другие амфифильные молекулы, может помочь удерживать влагу в коже.

#### **β-Фенилэтиловый спирт:**



представляет собой жидкость с темп. кип. 220 °С, с запахом розы [9]. Это — главная составная часть (до 60%) розового масла, эфирного масла, содержащегося в лепестках розы. Бесцветная жидкость с темп. кип. 205 °С, плохо растворимая в воде, хорошо растворимая в органических растворителях.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



β-Фенилэтиловый спирт — очень ценное вещество для парфюмерной промышленности, изготавливается в больших количествах синтетически. Один из промышленных способов получения β-фенилэтилового спирта заключается во взаимодействии бензола с окисью этилена в присутствии безводного хлористого алюминия.



Среди многих известных способов получения β - фенилэтилового спирта наиболее эффективным является жидкофазное гидрирование окиси стирола (ОС) на суспендированном катализаторе гидрирования в присутствии щелочного вещества (такого как гидроокиси натрия, калия, кальция, бария, карбонаты натрия, калия, окиси кальция, бария и т.п.).

Известен способ получения β-ФЭС гидрированием ОС в спиртовой среде в присутствии палладиевого катализатора. Основным недостатком данного способа является образование значительного количества побочных продуктов, в частности этилбензола (>10 мас.), обладающего неприятным запахом и снижающего растворимость β-ФЭС в воде до такой степени, что последний не проходит стандартное испытание на соответствие с “парфюмерной” степени чистоты.

Известен также способ получения β-ФЭС гидрированием ОС, в котором, с целью повышения выхода и улучшения качества β-ФЭС процесс ведут в воде при высоком соотношении ОС:вода, равном 20-100:100, используя в качестве катализатора Ni (Co) Ренея.

### Бензиловый спирт:

Описание: Бензиловый спирт (фенилкарбинол) — органическое соединение, простейший ароматический спирт.

Свойства: Бесцветная жидкость со слабым приятным запахом;  $t_{\text{кип}} 205,8^\circ\text{C}$ ; плотность  $1045,5 \text{ кг/м}^3$  ( $1,0455 \text{ г/см}^3$ ) при  $20^\circ\text{C}$ . Бензиловый спирт хорошо

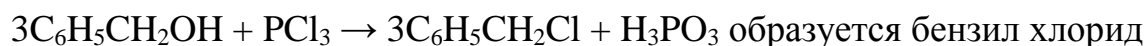
					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

растворим в органических растворителях и жидких SO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub>.  
Химические свойства:

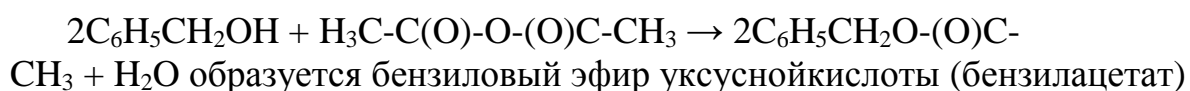
Взаимодействие с щелочными и щелочноземельными металлами:



Взаимодействие с треххлористым фосфором [10]:



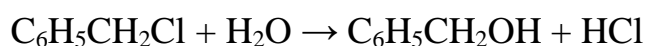
Взаимодействие с уксусным ангидридом:



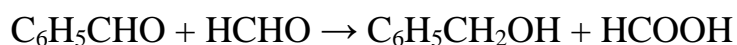
Нахождение в природе: в свободном состоянии или в виде сложных эфиров бензойной, салициловой и уксусной кислот бензиловый спирт содержится в эфирных маслах, например: жасминном, гвоздичном, перуанском бальзаме и др.

Получение:

Получают бензиловый спирт омылением бензилхлорида в основном в присутствии щелочи:



а также действием щелочи на смесь бензойного альдегида и формальдегида:



Применение: Бензиловый спирт применяют в парфюмерии, а также как растворитель лаков. Также применяется для обеззараживания масляных растворов препаратов для внутримышечного введения в фармакологии. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки E1519.

## 2.4 Физико-химические свойства процесса

Эффективность перемешивания, определяющая качество этого процесса, зависит от многих факторов, обуславливаемых целью перемешивания (приготовление суспензии, ускорение химической реакции и т. д.), и до сих пор недостаточно изучена.

Равномерное распределение твердой фазы в жидкой при получении суспензий достигается при некотором числе оборотов мешалки  $n_0$ , при котором значение осевой составляющей скорости потока равно или больше скорости осаждения  $\omega_0$  наиболее крупных твердых частиц, поэтому при получении взвесей твердых частиц в жидкостях эффективность перемешивания можно оценивать по некоторому определяющему числу оборотов  $n_0$  мешалки. Значение

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$n_0$  в зависимости от физических свойств твердой и жидкой фаз определяют из уравнения:

$$Re_m = \frac{n_0 d^2 \rho}{\mu} = C \cdot Ga^k \left( \frac{\rho_{тв}}{\rho} \right)^\ell \left( \frac{d_q}{d} \right)^m \left( \frac{D}{d} \right)^n$$

где  $Ga = \frac{d^3 \rho^2 g}{\mu^2}$  - критерии Галилея;

$d_q$  - диаметр твердой частицы;  $\rho_{тв}$  - плотность твердой фазы.

Значения коэффициента  $C$  и показателей степеней в уравнении приводятся ниже:

Мешалки	$C$	$k$	$\ell$	$m$	$n$
Пропеллерная . . .	0,105	0,6	0,8	0,4	1,9
Турбинная закрытая	0,25	0,57	0,37	0,33	1,15

Уравнение (1.1) пригодно для расчетов при весовом отношении твердой и жидкой фазы  $T : Ж \geq 1 : 5$  и высоте столба суспензии  $H = D$ . Оно выведено в результате обработки опытных данных, соответствующих следующим условиям:

$$Re_m = 7,3 \cdot 10^2 - 3,8 \cdot 10^5,$$

$$Ga = 3,5 \cdot 10^6 - 7 \cdot 10^{10},$$

$$\frac{d_q}{d} = (0,23 - 8,25) \cdot 10^{-3},$$

$$D/d = 2 - 3.$$

При эмульгировании эффективность перемешивания характеризуется равномерностью распределения и размером капель дисперсной фазы [11]. Определяющее число оборотов  $n_0$  мешалки при получении эмульсий взаимнонерастворимых жидкостей в сосудах без отражательных перегородок можно найти по уравнению:

$$Re_m = C \cdot Ga^{0,01} \left( \frac{d \rho \sigma}{\mu^2} \right)^{0,47} \left( \frac{\Delta \rho}{\rho} \right)^{0,13}$$

где  $\mu$  - вязкость сплошной (дисперсионной) фазы;

$\rho$  - плотность сплошной фазы;

$\Delta \rho$  - разность плотностей фаз;

$\sigma$  - граничное натяжение между фазами.

Для пропеллерных мешалок значение  $C = 68,9$ , для турбинных закрытых мешалок  $C = 62,9$ .

Уравнение применимо в пределах следующих значений входящих в него величин:

$$Re_m = 3,4 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^5,$$

$$Ga = 1,74 \cdot 10^5 - 1,24 \cdot 10^{11},$$

$$\frac{d\rho\sigma}{\mu^2} = 24,5 - 11,8 \cdot 10^6,$$

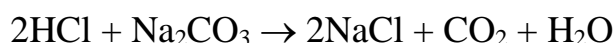
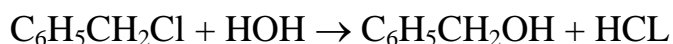
$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 0,02 - 0,6.$$

## 2.5 Описание технологической схемы

Технологический процесс получения бензилового спирта [7] состоит из следующих основных стадий:

1. Получение в реакторах бензилового спирта технического.
2. Ректификация в насадочных колоннах бензилового спирта.
3. Фасовка готового продукта.

Сущность процесса получения бензилового спирта состоит в омылении хлористого бензила раствором кальцинированной соды для нейтрализации выделяющегося хлористого водорода.



Содовый раствор готовится в реакторе-растворителе 4, представляющий собой вертикальный цилиндрический нержавеющей аппарат [11] со сферической крышкой и днищем. Аппарат снабжен якорной мешалкой и имеет емкость  $V = 3200$  л. В реакторе растворяются 390 кг кальцинированной соды в артезианской воде в течение 1,5-2 часов.

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



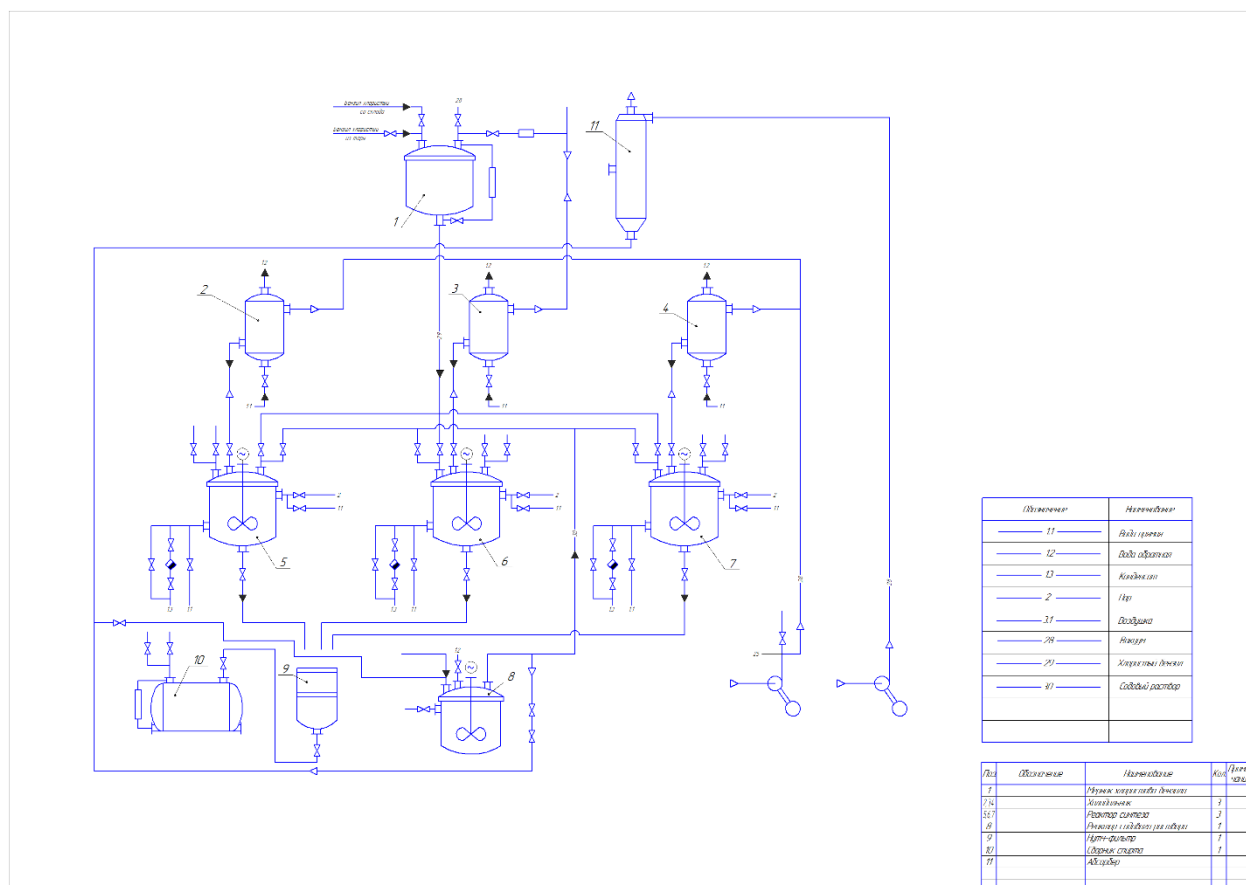


Рис. 1 – Технологическая схема производства

Омыление бензила хлористого производится в реакторах синтеза 1, 2, 3. Подача бензила хлористого в реакторы осуществляется из мерника 5. Реакционная масса в реакторе нагревается до температуры 98-104°C и выдерживается при этой температуре и работающей мешалке 10-15 часов. Для концентрации паров воды и бензила хлористого предназначены холодильники 6, 7, 8. После окончания синтеза реакционная масса при остановленной мешалке расслаивается в течение 30 минут.

Из реакторов бензиловый спирт через нутч-фильтр 10 сливается в сборник-накопитель 9 [12], из которого расходуется в промежуточную напорную емкость 11. Из напорной емкости бинарная смесь вода-бензиловый спирт подается в ректификационную насадочную колонну 13 для получения бензинового спирта технического.

В верхней части колонны расположен дефлегматор 14 и холодильник дистиллята 15, а технический бензиловый спирт концентрированный 93% масс собирается в кубе 12 колонны 13. Из куба 12 бензиловый спирт направляется в емкости 16 или 17, в зависимости от дальнейшего применения готового продукта. Из емкости 16 спирт направляется на фасовку для приготовления пасты для шариковых ручек, а из емкости 17 направляется для получения «чистого» бензинового спирта для нужд предприятий химической промышленности.

Из емкости 17 бензиловый спирт направляется в ректификационную колонну 19, где получают бензиловый спирт концентрацией 99% масс, который собирается в кубе 18 колонны 19. В выходной части колонны 19 расположены дефлегматор 20 и холодильник дистиллята 21.

Из куба 18 бензиловый спирт через холодильник 22 собирается в емкость 23, из которой направляется на фасовку.

## 2.6 Описание конструкции аппарата

Жидкие реагенты качественно перемешать друг с другом (от этого зависит выход целевого продукта) значительно сложнее, чем газообразные реагенты. Поэтому основным элементом в реакторах жидкофазных процессов является перемешивающее устройство. Наличие катализатора в жидкофазных процессах практически не сказывается на конструкции реактора, так как вводится он в реакционную массу в виде суспензии, не оказывающей заметного влияния на режим ее движения.

Реакторы этой группы реакционных аппаратов представляют собой полые сосуды [13], в которых реагенты перемешиваются мешалкой.

Вертикальные емкостные аппараты с мешалками широко распространены в химической и нефтехимической промышленности. Они применяются для химических реакций, протекающих в жидкой фазе, и для различных вспомогательных процессов: приготовления растворов, смешения жидкостей и др. Аппараты с мешалками применяются в основном для периодических процессов, однако имеется опыт применения их в непрерывных процессах.

В качестве примера реакционных аппаратов с перемешивающими устройствами можно привести сульфураторы, нитраторы, хлораторы, окислители и другую аппаратуру производства органических продуктов и красителей, полимеризаторы в производстве синтетических каучуков и пластических масс и т. д. Реакторы с мешалками, как правило, однотипны по устройству и отличаются обычно лишь рабочим давлением, конструкцией мешалок, наличием теплообменных элементов и т. д. Исключение составляют отдельные типы аппаратов с весьма специфической конструкцией

Емкость аппаратов с мешалками от 50-60 л до 40-50 м<sup>3</sup>. Аппараты малой емкости применяют для лабораторных целей и в малотоннажных производствах. Крупногабаритные аппараты с мешалками емкостью 25-50 м<sup>3</sup> находят пока ограниченное применение.

Аппараты, работающие под давлением, изготавливают с эллиптическими днищами. Аппараты без давления имеют плоское днище и плоскую или тарельчатую крышку. Плоские крышки большого диаметра укрепляют ребрами, жесткости.

При работе с вязкими жидкостями или при наличии осадков применяют аппараты с коническими днищами [4], облегчающими разгрузку аппарата.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Емкостные аппараты изготавливают из углеродистой и кислотостойкой стали, цветных металлов, чугуна и пластических масс. Наиболее широко применяются стальные сварные емкостные аппараты. На рисунке показан типовой стальной аппарат с мешалкой. Основные детали аппарата: корпус 1, крышка 2, теплообменная рубашка 3, мешалка 4, привод 5 мешалки. Когда необходима большая поверхность теплообмена, в аппарате помещают змеевики. Аппараты из цветных металлов (меди и алюминия) вследствие невысокой механической прочности изготавливают для работы под незначительным избыточным давлением.

Эмалированные емкостные аппараты, как правило, изготавливают с рубашками и применяют для процессов, требующих высокой чистоты продукта, а также когда требуется теплообмен при обработке особо коррозионных сред, в которых неустойчивы металлы. К таким средам относится, например, соляная кислота.

Мешалки и другие внутренние устройства эмалированных аппаратов защищают эмалью или изготавливают из материалов, устойчивых в данной среде.

Небольшие емкостные аппараты из неметаллических материалов – фаяолита и винипласта – находят ограниченное применение. Вследствие низкой механической прочности аппараты из пластических масс применяют при избыточном давлении не более  $0,2 \text{ МН/м}^2$ .

Емкостные аппараты могут иметь съемную верхнюю крышку или быть цельносварными [4]. Разъемными делают аппараты небольших размеров, диаметром до 1400 мм. Аппараты большой емкости целесообразно изготавливать цельносварными, так как наличие фланцевого разъема утяжеляет аппарат, усложняет его конструкцию и ухудшает герметичность.

Мешалку и другие внутренние устройства цельносварных аппаратов делают разборными, что позволяет монтировать их через лаз.

Съемную крышку на аппаратах большого диаметра необходимо делать при установке неразборных внутренних устройств (змеевиков) и при наличии футеровки в аппарате, так как футеровочные работы, особенно с применением ядовитых и горючих растворителей, производят при открытой крышке. На крышке аппарата размещают бобышку для сальника, пластики или плиту для стойки привода, люк и штуцера.

Штуцера служат для наполнения аппарата, подвода воздуха [13], пара, установки контрольно-измерительных приборов и других технологических целей. При подаче химически агрессивных жидкостей в штуцера вставляют патрубки наполнения, чтобы избежать стекания жидкости по стенкам. Легковоспламеняющиеся жидкости подают по длинным патрубкам, опущенным до дна аппарата во избежание накопления на струе жидкости статического электричества.

Удаляется жидкость из аппарата через нижний спуск или по трубе [14] перекачивания. Для перекачивания жидкости необходимо давление  $0,3\text{--}0,4 \text{ МН/м}^2$ , что обеспечивает подъем жидкости на высоту 10-25 м (в зависимости от плотности жидкости). Трубу перекачивания в аппаратах с мешалками

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

приходится делать изогнутой, но она должна свободно выниматься через штуцер.

Аппараты с мешалками, предназначенные для сложных технологических процессов, целесообразно снабжать смотровыми окнами для наблюдения за процессом и контроля исправности внутренних устройств и футеровки.

На аппарате устанавливают два окна: одно для установки светильника, другое – для наблюдения.

Рубашки, как правило, приваривают к корпусу аппарата.

## 2.7 Технологические расчеты и определение конструктивных размеров аппарата

Так как реакционная масса является вязким веществом то следует применять лопастные, рамные или якорные перемешивающие устройства [1]. Однако лопастные мешалки не дают значительных вертикальных потоков, поэтому их не рекомендуется применять при работе с расслаивающимися жидкостями, рамные же мешалки обычно применяются для аппаратов большой емкости. В данном случае в связи с технологическими особенностями перемешиваемых веществ (опасность производства, более качественное смешивание объемов реагентов, необходимость постоянства температурного режима смешивания и т. д.), а также заданной производительностью, емкость аппарата имеет стандартную величину  $V = 5,0 \text{ м}^3$ . Следовательно, выбор перемешивающего устройства оставлен за якорной мешалкой, которые применяют для обработки вязких, загрязненных и застывающих жидкостей.

Недостатком таких мешалок является их тихоходность, громоздкость, значительные пусковые перегрузки.

Далее выполним расчет мешалки аппарата

Исходные данные для мешалки:

номинальный объем аппарата  $V = 5,0 \text{ м}^3$ ;

вязкость смеси  $\mu_c = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;

плотность смеси  $\rho_c = 1109 \text{ кг/м}^3$ ;

давление в аппарата атмосферное.

Диаметр реактора с номинальным объемом  $5,0 \text{ м}^3$  [табл.9.4, 3]

$$D_{\text{вн}} = 1,8 \text{ м}$$

Диаметр мешалки

$$d_{\text{м}} = \frac{D_{\text{вн}}}{1,1}$$

$$d_{\text{м}} = \frac{1,8}{1,1} = 1,636 \text{ м.}$$

Принимаем  $d_{\text{м}} = 1,6 \text{ м}$ .

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В соответствии с таблицей 9.1[3] рекомендуемое значение окружной скорости

$$v = 0,5 \dots 4 \text{ м/с.}$$

В этом случае диапазон частот вращения мешалки

$$n_{\min} = \frac{v_{\min}}{\pi \cdot d_M}$$

$$n_{\min} = \frac{0,5}{3,14 \cdot 0,65} = 0,24 \text{ с}^{-1} = 14,7 \text{ об/мин};$$

$$n_{\max} = \frac{v_{\max}}{\pi \cdot d_M}$$

$$n_{\max} = \frac{4}{3,14 \cdot 0,65} = 1,96 \text{ с}^{-1} = 117,6 \text{ об/мин};$$

Предварительно принимаем:

$$n = 63 \text{ об/мин или } n = 1,05 \text{ с}^{-1}$$

Для определения глубины воронки в аппарате найдем значение параметров  $\Gamma$  и  $Re_{цб}$ .

При коэффициенте заполнения сосуда  $\phi = 0,75$  высота уровня жидкости по таблице 9.4[3]

$$H_{ж} = 1,63 \text{ м.}$$

В этом случае

$$\Gamma = \frac{8H_{ж}}{D} + 1$$

$$\Gamma = \frac{8 \cdot 1,63}{1,8} + 1 = 8,2.$$

Критерий Рейнольдса при перемешивании

$$Re_{цб} = \frac{n d_M^2 \cdot \rho_c}{\mu_c}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Re_{цб} = \frac{1,05 \cdot 1,6^2 \cdot 1109}{1,21 \cdot 10^{-3}} = 2463630$$

Значение параметров E найдем по формуле 9.13[3] для якорной мешалки  $\xi = 1,2$

$$E = \frac{\Gamma}{\xi \cdot z \cdot Re_{цб}^{0,25}}$$

где  $z$  – количество мешалок на одном валу. При этом значение E по рисунку 9.2[3] находим значение коэффициента пропорциональности  $B = 0,8$

$$E = \frac{8,2}{1,2 \cdot 1 \cdot 2463630^{0,25}} = 0,17.$$

Глубина воронки в сосуде без перегородок по формуле 9.12[3]

$$h_b = \frac{B n^2 d_m^2}{2}$$

$$h_b = \frac{0,8 \cdot 1,05^2 \cdot 1,6^2}{2} = 1,13 \text{ м}$$

При установке мешалки на высоту  $h = 180$  мм предельно допускаемая глубина воронки по формуле 9.11[3]

$$h_{пр} = H_{ж} - h = 1,63 - 1,13 = 0,5 \text{ м}$$

т. к.  $h_b < h_{пр}$ , то отражательные перегородки в аппарате устанавливать не следует.

Для выбора торцевого уплотнения рассчитаем предварительно диаметр вала мешалки [3] по формуле

$$d_b = c \cdot d_m.$$

Для якорных мешалок (см. с. 245) [3]

$$c = 0,04$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тогда ориентировочное значение диаметра вала мешалки

$$d_b = 0,04 \cdot 1600 = 64 \text{ мм.}$$

Однако, учитывая большую вязкость среды и как следствие большие крутящие моменты при пуске, основываясь по данным таблицы 31.10.[11], принимаем диаметр вала под уплотнением  $d_y = 60$  мм, диаметр вала мешалки  $d_b = 70$  мм.

По данным таблицы 9.3[3] и условиям эксплуатации аппарата выбираем торцевое уплотнение ТД – 25.

Мощность, теряемая в торцевом уплотнении, согласно формуле 9.20[3]

$$N_{уп} = 6020 d_b^{1,3}$$

$$N_{уп} = 6020 \cdot 0,06^{1,3} = 155 \text{ Вт.}$$

Для расчета мощности электродвигателя примем дополнительные условия, т. е. установлена гильза термопары. Тогда величина коэффициента, учитывающего наличие в сосудах внутренних устройств

$$k_i = 1,2.$$

По рисунку 9.3 для якорной мешалки в аппарате без перегородок при  $Re_{цб} = 2453630$  находим значение критерия  $K_N = 0,3$ . В этом случае мощность, затрачиваемая на перемешивание, по формуле 9.15[3]

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 d_m^5$$

$$N = 0,3 \cdot 1109 \cdot 1,05^3 \cdot 1,6^5 = 2039 \text{ Вт.}$$

Коэффициент уровня жидкости в аппарате

$$k_H = \left( \frac{H_{ж}}{D} \right)^{0,5}$$

$$k_H = \left( \frac{1,63}{1,8} \right)^{0,5} = 0,95$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При этих данных для аппарата без перегородок согласно формулы 9.14[2] получим

$$N_9 = \frac{\kappa_n \cdot \kappa_H \cdot \kappa_i \cdot N + N_{уп}}{\eta}$$

где  $\kappa_n = 1,25$  - для аппаратов без перегородок,  $\eta = 0,85 \dots 0,9$  к.п.д. привода. Тогда

$$N_9 = \frac{1,25 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 2039 + 155}{0,87} = 3518 \text{ Вт.}$$

По таблице II приложения [2] выбираем в качестве привода мешалки мотор – редуктор типа МПО – 2 с мощностью электродвигателя  $N = 4$  кВт (запас мощности выбираем с учетом возможных больших пусковых моментов).

**Далее проводим тепловой расчет аппарата.**

Целью расчета является определение времени нагрева реакционной массы

$$\tau = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp} \cdot F}$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка, Вт;

$K$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>·К;

$\Delta t_{cp}$  – средний температурный напор, К;

$F$  – действительная поверхность теплообмена, м<sup>2</sup>.

Физические параметры реакционной массы: смесь содового раствора и бензила хлористого ( 2760 и 570 литров соответственно):

плотность  $\rho = 1109$  кг/м<sup>3</sup>;

вязкость  $\mu = 1,21 \cdot 10^{-3}$  Па·с;

теплоемкость  $c = 3,922$  кДж/(кг·К);

теплопроводность  $\lambda = 0,649$  Вт/(м·К).

Параметры греющего пара:

давление  $p_1 = 2,37$  ата;

температура  $t = 125$  °С ;

плотность  $\rho = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>;

теплота конденсации  $r = 2191$  кДж/кг.

Объем реакционной массы

$$V = 2,76 + 0,57 = 3,33 \text{ м}^3$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Количество реакционной массы

$$G = V \cdot \rho$$

$$G = 3,33 \cdot 1109 = 3692 \text{ кг}$$

Теплота, затраченная на нагрев реакционной массы

$$Q = G \cdot c \cdot (t_k - t_n)$$

$$G_1 = \frac{3692}{3600} \cdot 3,922 \cdot (104 - 20) = 338 \text{ кВт.}$$

Изобразим температурную схему процесса взаимодействий теплоносителей

$$\begin{array}{ccc} 125 & \rightarrow & 125 \\ 104 & \leftarrow & 20 \\ \hline \Delta t_m = 21 \text{ K} & & \Delta t_6 = 105 \text{ K} \end{array}$$

Средняя разность температур:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}}$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{105 - 21}{\ln \frac{105}{21}} = 52,2 \text{ K};$$

Значение критерия Pr для реакционной массы

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda}$$

$$Pr = \frac{3,922 \cdot 10^3 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3}}{0,649} = 7,3$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При теплообмене со стенками сосуда значение критерия Nu можно определить по формуле

$$Nu = 0,36 \cdot Re^{0,67} \cdot Pr^{0,33}.$$

$$Nu = 0,36 \cdot 2463630^{0,67} \cdot 7,3^{0,33} = 22639.$$

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{D_{BH}}$$

$$\alpha_1 = \frac{22639 \cdot 0,649}{1,8} = 8163 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Определяем коэффициент теплоотдачи со стороны пара

$$\alpha_2 = 2,04 \cdot \frac{At}{\sqrt[4]{H \cdot \Delta t}}$$

где At – значение функции;

H – высота вертикальной спинки, м;

$\Delta t$  – разность температуры конденсации и температуры стенки, °C.

В этой формуле  $\Delta t = t_{\text{конд}} - t_{\text{ст}}$ , принимаем  $\Delta t = 3,5^\circ\text{C}$ , что не приведет к значительной ошибке.

$$\alpha_2 = 2,04 \cdot \frac{7240}{\sqrt[4]{1,19 \cdot 3,5}} = 10445 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}$$

Тогда коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \tau}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{8162,5} + \frac{0,014}{16,6} + \frac{1}{10445} + 0,00018 \cdot 2} = 704,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}$$

Время нагрева составит

$$\tau = \frac{337938,8}{704,5 \cdot 52,17 \cdot 10,1} = 0,91 \text{ часа,}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

что удовлетворяет технологическим требованиям.

Определяем количество пара для нагрева реакционной массы с запасом 5%

$$G_{\text{пара}} = \frac{Q \cdot 1,05}{r},$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка, кВт;

$r$  – теплота парообразования, кДж/кг.

$$G_{\text{пара}} = \frac{338 \cdot 1,05}{2191} = 0,16 \text{ кг/с} = 576 \text{ кг/ч.}$$

В соответствии с данными таблицы 9.1[3] имеем соотношение параметров:

$$\frac{D_{\text{м}}}{d} = 1,05 \dots 1,50;$$

$$\frac{h_{\text{м}}}{d_{\text{м}}} = 0,6 \dots 1,0;$$

$$\frac{h}{d_{\text{м}}} = 0,01 \dots 0,06.$$

Стандартное значение диаметра аппарата с емкостью  $V = 5,0 \text{ м}^3$  составляет величину [3]

$$D = 1800 \text{ мм.}$$

Следовательно, рекомендуемый диаметр мешалки

$$d_{\text{м}} = \frac{D}{1,05 \dots 1,30}$$

$$d_{\text{м}} = \frac{1800}{1,05 \dots 1,50} = 1200 \dots 1714 \text{ мм}$$

С целью уменьшения величины пусковых моментов и основываясь на опыте эксплуатации подобных аппаратов, принимаем

$$d_{\text{м}} = 1600 \text{ мм.}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Высота мешалки

$$h_m = (0,6 \dots 1,0) \cdot d_m$$
$$h_m = 960 \dots 1600 \text{ мм},$$

принимаем

$$h_m = 1200 \text{ мм}.$$

Величина зазора между стенкой аппарата и мешалкой

$$S = \frac{D - d_m}{2}$$

$$S = \frac{1800 - 1600}{2} = 100 \text{ мм}.$$

Ширина лопасти мешалки [3]

$$b \approx 0,09 \cdot d_m = 0,09 \cdot 1600 = 144 \text{ мм},$$

принимаем

$$b = 150 \text{ мм}.$$

Расстояние от основания аппарата до низа мешалки

$$h = (0,01 \dots 0,06) \cdot d_m$$

$$h = (0,01 \dots 0,06) \cdot 1600 = 160 \dots 260 \text{ мм},$$

принимаем

$$h = 180 \text{ мм}.$$

Выбранные размеры перемешивающего устройства являются предварительными, их необходимо уточнить при проведении прочностных расчетов элементов конструкции мешалки.

### Гидравлические расчеты

Из теплового баланса расход теплоносителя в рубашке

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_B = 0,16 \text{ кг/с.}$$

Площадь поперечного сечения рубашки

$$f = 0,785 \cdot [D_1^2 - (D + 2 \cdot s)^2]$$

$$f = 0,785 \cdot [1,9^2 - (1,8 + 2 \cdot 0,014)^2] = 0,21 \text{ м}^2.$$

Таким образом скорость течения теплоносителя

$$\omega_0 = \frac{G_B}{\rho_B \cdot f}$$

$$\omega_0 = \frac{0,16}{1,3 \cdot 0,21} = 0,99 \text{ м/с.}$$

Эквивалентный диаметр канала рубашки

$$d_э = D_1 - (D + 2 \cdot s)$$

$$d_э = 1,9 - (1,8 + 2 \cdot 0,014) = 0,072 \text{ м.}$$

Значение критерия Re для теплоносителя

$$Re = \frac{\omega_0 \cdot d_э \cdot \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{0,99 \cdot 0,072 \cdot 1,3}{0,0123 \cdot 10^{-3}} = 7534$$

следовательно, режим движения относится к переходной области.

Коэффициент трения для гидравлически гладких цилиндрических поверхностей

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\lambda = \frac{0,316}{7534^{0,25}} = 0,034$$

Потеря давления на трение по длине рубашки

$$\Delta p_1 = \lambda \cdot \frac{H}{d_s} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2}$$

$$\Delta p_1 = 0,034 \cdot \frac{1,9}{0,072} \cdot \frac{0,99^2 \cdot 1,3}{2} = 6 \text{ Па.}$$

Потеря напора на преодоление гидростатического давления конденсата в рубашке

$$\Delta p_2 = \rho \cdot g \cdot H$$

$$\Delta p_2 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,9 = 18639 \text{ Па.}$$

Потеря давления на местные сопротивления (вход в рубашку  $\xi = 1,5$  и выход из рубашки  $\xi = 1,5$ ), т.е.

$$\Delta p_3 = (1,5 + 1,5) \cdot \frac{0,99^2 \cdot 1000}{2} = 1470 \text{ Па.}$$

Общая потеря давления

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 = 6 + 18639 + 1470 = 20115 \text{ Па.}$$

## 2.8 Выбор вспомогательного оборудования

Для подачи компонентов реакционной смеси в реактор и расходные емкости рассчитаем центробежные насосы [6]. Исходные данные:

- плотность смеси,  $\rho = 1109 \text{ кг/м}^3$ ;
- вязкость,  $\mu = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;
- производительность насоса при закачке из цистерны,  $V = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- геометрический напор,  $H_r = 6 \text{ м}$ ;
- давление в сосудах – атмосферное;
- диаметр трубопровода,  $d = 25 \text{ мм}$ ;
- длина трубопровода,  $L = 10 \text{ м}$ .

Скорость жидкости

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\omega = \frac{V}{0,785 \cdot d^2}$$

$$\omega = \frac{3,2 \cdot 10^{-2}}{0,785 \cdot 0,025^2} = 6,5 \text{ м/с.}$$

Скоростной напор

$$h_{\text{ск}} = \frac{\omega^2}{2 \cdot g}$$

$$h_{\text{ск}} = \frac{6,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,33 \text{ м.}$$

Критерий Re

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad Re = 10000$$

$$Re = \frac{6,5 \cdot 0,025 \cdot 1109}{1,21 \cdot 10^{-3}} = 145974 > Re = 10000.$$

Коэффициент сопротивления

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,15}}$$

$$\lambda = \frac{0,316}{145974^{0,15}} = 0,016.$$

Примем коэффициент потерь на местные сопротивления

$$\xi = 5,0.$$

Потеря напора на трение и местные сопротивления

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot h_{\text{ск}} + \xi \cdot h_{\text{ск}}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$h = 0,016 \cdot \frac{10}{0,025} \cdot 0,33 + 5,0 \cdot 0,33 = 3,8 \text{ м.}$$

Требуемый напор насоса

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_r + h$$

$$H = 0 + 6 + 3,8 = 9,8 \text{ м.}$$

Требуемая мощность электродвигателя

$$N = \frac{V \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta}$$

$$N = \frac{3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1109 \cdot 9,81 \cdot 9,8}{1000 \cdot 0,6} = 0,54 \text{ кВт.}$$

Принимаем насос ЦНС 60 198 с электродвигателем мощностью  $N = 0,8$  кВт.

Для подачи содового раствора в реактор устанавливаем насос-дозатор типа НД. Определим параметры, необходимые для выбора типоразмера насос-дозатора.

Исходные данные:

- производительность,  $G = 108$  кг/ч;
- плотность раствора,  $\rho = 1400$  кг/м<sup>3</sup>;
- давление в реакторе – атмосферное.

Примем стандартное значение диаметра поршня

$$D = 50 \text{ мм,}$$

тогда при отношении  $D/s = 0,8$ , ход поршня

$$s = \frac{50}{0,8} = 62,5 \text{ мм.}$$

Площадь поперечного сечения поршня

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$F = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Из интервала значений  $\eta_v = 0,8 \dots 0,9$  примем коэффициент подачи

$$\eta_v = 0,85.$$

Тогда из формулы для насоса прямого действия

$$Q = \eta_v \cdot \frac{F \cdot s \cdot n}{60}$$

находим число оборотов при

$$Q = \frac{G}{\rho} = \frac{108}{1400} = 77,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$n = \frac{60 \cdot Q}{\eta_v \cdot F \cdot s}$$

$$n = \frac{60 \cdot 21,4 \cdot 10^{-6}}{0,85 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0625} = 12,4 \text{ об/мин.}$$

Напор развиваемый насосом с учетом геометрического напора  $H_r = 4,0 \text{ м}$

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^4}{930} + 4,0 = 5,1 \text{ м.}$$

Мощность, потребляемая насосом

$$N = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta}$$

$$N = \frac{21,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1400 \cdot 9,81 \cdot 5,1}{1000 \cdot 0,8} = 0,158 \text{ кВт.}$$

Необходимо установить (с запасом на перегрузки) электродвигатель мощностью

$$N_{\text{дв}} = \beta \cdot N$$

$$N_{\text{дв}} = 1,6 \cdot 0,158 = 0,25 \text{ кВт.}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По полученным данным принимаем насос-дозатор типа НД-4400-1 с электродвигателем мощностью  $N_{\text{дв}} = 0,25 \text{ кВт}$

### **3 Автоматика и автоматизация технологического процесса.**

#### **3.1 Анализ состояния автоматизации процесса производства бензилового спирта**

Схема автоматизации процесса получения бензилового спирта предусматривает контроль следующих технологических параметров:

- температура среды в холодильниках 2, 3, 4;
- давление в реакторах синтеза 5, 6, 7;
- уровень в мернике хлористого бензила 1;
- уровень в сборнике технического спирта 10;
- уровень среды в нутч-филтре 9.

Автоматически регулируется температура среды в реакторах синтеза 5, 6, 7. Выше перечисленные параметры существенно влияют на качество и количество конечного продукта.

Контур контроля температуры среды в холодильниках 2, 3, 4 содержит термопреобразователь сопротивления медный типа ТСМ и вторичный электронный прибор типа КСМЗ.

Контур регулирования температуры среды в реакторах синтеза 5, 6, 7 состоит из датчика температуры типа ТСМ, вторичного прибора с регулятором типа КСМЗ, панели дистанционного управления пневматической и регулирующего клапана типа 25ч30НЖ.

Контур контроля и сигнализации min и max давления в реакторах синтеза 5, 6, 7 содержит электроконтактный манометр типа ВЭ-16 установленный по месту и две сигнальные лампочки на щите в операторной.

Контур контроля уровня в мернике 1, сборнике 10 и нутч-филтре 9 состоит из сигнализатора типа ЭСУ установленного по месту и сигнальной лампочки max уровня на щите в операторной.

Проведя анализ существующей схемы автоматизации, предлагаю для повышения качества конечного продукта, улучшения условий труда обслуживающего персонала, повышения техники безопасности, улучшения экологии предприятия заменить устаревшие, частично снятые с производства приборы на более точные, надежные, быстродействующие и добавить отсутствующие:

- контур автоматического контроля и регистрации вакуума в линиях глубокого вакуума;
- контур контроля и регулирования температуры в реакторе приготовления раствора кальцинированной соды;

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- контур контроля основного параметра, определяющего качество бензилового спирта – это содержание хлора в нем;
- контуры дозирования расхода бензила хлористого и кальцинированной соды, подаваемой в реактор синтеза.

### 3.2. Выбор и обоснование параметров контроля и регулирования

На основе анализа технологических и физико-химических основ процесса производства бензилового спирта и возможности прохождения в объект управления возмущающих воздействий необходимо особенное внимание уделить контролю и регулированию входных и режимных параметров. К ним относятся:

Температура среды в холодильниках 1, 2, 3. Контроль и автоматическое регулирование данного параметра позволяют избежать выброса паров воды и бензилового спирта в атмосферу и способствует экологической безопасности производства.

Температура среды в реакторах синтеза. Автоматический контроль и регулирование этого параметра напрямую связаны с временем омыления в аппаратах синтеза, то есть с производительностью установки, а так же с качеством получаемого технического спирта.

Давление в реакторах синтеза. Автоматический контроль данного параметра позволяет вести процесс в установленном технологическом регламенте, а так же избегать возникновения аварийных ситуаций.

Уровень в мернике хлористого бензила. Автоматический контроль этого параметра способствует точной дозировке исходных компонентов и тем самым обеспечивает выход бензилового спирта с установленным регламентом качеством.

Уровень в сборнике технического спирта. Автоматический контроль данного параметра информирует оператора о степени заполнения емкости и предотвращает возникновение аварийных ситуаций.

Уровень среды в нутч-фильтре. Автоматический контроль этого параметра информирует оператора о степени заполнения рабочего объема фильтра, что способствует более качественной фильтрации конечного продукта – бензилового спирта.

Число оборотов мешалок в реакторах синтеза и реакторе приготовления раствора кальцинированной соды. Автоматический контроль и регулирование указанных параметров существенно влияет на качество выходного продукта и на производительность установки.

Вакуум в транспортной магистрали установки. Контроль и регулирование данного параметра существенно влияет на производительность установки, что обусловлено скоростью перемещения компонентов и выходного продукта.

Температура в реакторе приготовления раствора кальцинированной соды. Данный параметр является определяющим в процессе производства и

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

безусловно подлежит автоматическому контролю и стабилизации, поскольку влияет на производительность установки в целом и на концентрацию спирта.

Концентрация хлора в реакционной массе аппаратов синтеза. Контроль данного параметра необходим, поскольку его отклонения от нормы ведут к тому, что производимый за одну операцию спирт направляется на дополнительную переработку, что значительно снижает производительность установки и качества получаемого спирта.

Дозирование расхода хлористого бензила на операцию синтеза. Автоматический контроль и регулирование данного параметра обеспечивает равномерное распределение реагентных объемов компонентов и заданное качество получаемого спирта.

Выбранные параметры контроля и регулирования вносим в таблицу 3.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3 - Параметры контроля и регулирования

Аппаратный поток	Измеряемый параметр	Требование регламента		Необходимо обеспечить								Основные параметры аппарата	Примечание
		Номинальное значение параметра	Допустимый диапазон в %	Класс точности измерения	Периодичность измерений	Местный контроль	Централизованный контроль	Сигнализация световая	Сигнализация звуковая	Запись	Интерпретирование		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Холодильник 2, 3, 4	T	45°C	±5%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	
Реакторы синтеза 5, 6, 7	T	100°C	±5%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	
Реакторы синтеза 5, 6, 7	P	0,1 МПа	±4%	1,0	H	+	-	-	-	-	-	-	
Мерник хлористого бензила 1	L	2м	±1%	0,5	H	-	+	-	-	+	-	-	
Сборник спирта 10	L	2м	±5%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	
Нутч-фильтр 9	L	2м	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	
Реакторы синтеза 5, 6, 7	S	60об/мин	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	
Реактор соды 8	S	50об/мин	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	
Магистраль вакуума	P	-1кгс/см <sup>2</sup>	±1%	0,5	H	-	+	-	-	+	-	-	
Реактор соды 8	T	40°C	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Аппараты синтеза 5, 6, 7	С, концентрация остаточного хлора	0,3%	±0,5%	0,25	Н	-	+	-	-	+	-	-	
Трубопровод хлористого бензила	F	300л/час	±0,5%	0,25	Н	-	+	-	-	+	-	-	

### 3.3 Выбор и обоснование технических средств автоматизации

Производство бензилового спирта по противопожарным нормам относится к категории «Б», по вредности приравнивается к производству ароматических галогенопроизводных.

Согласно ПУЭ помещение относится к классу В-1а. В процессе производства бензилового спирта применяются токсичные, вредные и огнеопасные вещества.

Исходя из характеристик технологических параметров (табл.1), характеристики и свойств применяемых веществ выбираем приборы преимущественно пневматической ветви ГСП (государственная система приборов).

Контуры контроля и автоматического регулирования температуры в холодильниках, реакторах синтеза и реакторе соды используются следующие приборы:

- манометрический измеритель температуры с пневматическим выходным сигналом типа 13ТД73;
- вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления типа ПВ10.1Э;
- пневматический ПИ-регулятор типа ПР3.22;
- регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом типа 25ч30нж.

Для контроля избыточного давления в реакторах синтеза используем манометр типа МПЧ-V[5]. Прибор обеспечивает показание давления в аппаратах на местном щите. На центральном щите контролируется текущее давление в аппаратах, поскольку прибор имеет дистанционную передачу показаний на расстояние. Вторичный прибор – пневматический, регистрирующий прибор типа ПВ4.2Э.

Контуры контроля уровня в мернике хлористого бензила, в сборнике спирта и в нутч-филт্রে содержат:

- резонансный уровнемер модульно-блочный типа РУМБ-2, исполнение взрывозащищенное.

Уровнемер предназначен для автоматического непрерывного дистанционного измерения уровня жидких агрессивных сред. В основе работы уровнемера РУМБ-2 лежит принцип преобразования повышения уровня в частоту. Уровнемер состоит из первичного преобразователя, предназначенного для преобразования значений уровня контролируемой среды в электрический сигнал, вторичного преобразователя, предназначенного для преобразования сигнала первичного преобразователя в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 0-5мА, вторичный прибор КСУ-2.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для контроля и регулирования числа оборотов мешалок в реакторах синтеза и в реакторе приготовления содового раствора применяется частотный преобразователь японской фирмы «Mitsubishi electric» типа FR-A540. Диапазон изменения частоты 3-хфазной сети, питающей электродвигатель привода мешалки 0-400Гц. С изменением частоты пропорционально изменяется и число оборотов двигателя и мешалки. Для регистрации показаний служит 4-х разрядный цифровой индикатор.

Для измерения вакуума в магистрали глубокого вакуума используем показывающий уровнемер с автоматическим выходным сигналом дистанционной передачи типа ВПЧ-V. Вторичный прибор ПВ4.2Э.

Для автоматического дистанционного измерения концентрации хлора в растворах реакторов синтеза используется концентратомер [5] остаточного хлора КОХ-1. Датчик прибора состоит из измерительной ячейки с тремя электродами (ртутным, хлорсеребряным и вспомогательным), который погружается в контролируемый раствор. В качестве вторичного прибора используется электронный автоматический потенциометр КСП-2 с пределами измерения 0-10мВ.

Контур автоматического дистанционного контроля и расхода хлористого бензила содержит следующие приборы:

- датчик расхода – ротаметр с пневматической дистанционной передачей и местной шкалой показаний типа РПФ-0,4 ЖУЗ;
- вторичный прибор – пневматический регистрирующий прибор ПВ4.2Э.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 4 - Спецификация оборудования. Приборы и средства автоматизации.

Позиция	Наименование и технические характеристики оборудования и материалов. Завод-изготовитель	Тип, марка оборудования. Обозначение документа.	Единица измерения		Код завода-изготовителя	Код оборудования, материала	Цена единицы, грн	Количество	Масса	Примечание
			Наименование	Код						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Автоматический контроль и регулирование температуры в холодильнике 2 (45° С)									
1-1	Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения 0 – 100°С. Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Завод «Теплоконтроль» г.Казань	13ТД73	шт.	796			догов.	1		
1-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления. Шкала 0...100°С. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра Завод «Тизприбор» г.Москва	ПВ10.1Э	шт.	796			догов	1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-3	Пневматический ПИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Гизприбор» г.Москва	ПР3.22	шт.	796			догов	1		
1-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. $P_y=1,6\text{МПа}$ , $T_{\text{max}}=300^\circ\text{C}$ , $D_y=50\text{мм}$ Завод «Киеварматура»	25ч30нж	шт.	796			догов	1		
2-1	Автоматический контроль и регулирование температуры в холодильнике 3 ( $45^\circ\text{C}$ )  Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения $0 - 100^\circ\text{C}$ . Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа.Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0.Завод Теплоконтроль» г.Казань	13ТД73	шт.	796			догов	1		
2-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления. Шкала $0...100^\circ\text{C}$ . Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра Завод «Гизприбор»	ПВ10.1Э	шт.	796			догов	1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2-3	Пневматический ПИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Тизприбор» г.Москва	ПРЗ.22	шт.	796			догов	1		
2-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. $P_y=1,6\text{МПа}$ , $T_{\text{max}}=300^\circ\text{C}$ , $D_y=50\text{мм}$ Завод «Киеварматура»	25ч30нж	шт.	796			догов	1		
	Автоматический контроль и регулирование температуры в холодильнике 4 ( $45^\circ\text{C}$ )									
3-1	Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения 0 – $100^\circ\text{C}$ . Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Завод «Теплоконтроль» г.Казань	13ТД73	шт.	796			догов	1		
3-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления. Шкала 0... $100^\circ\text{C}$ . Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра	ПВ10.1Э	шт.	796			догов	1		

1	Завод «Тизприбор» г.Москва	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-3	Пневматический ПИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Тизприбор» г.Москва	ПР3.22	шт.	796				догов	1		
3-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. $P_y=1,6\text{МПа}$ , $T_{\text{max}}=300^\circ\text{C}$ , $D_y=50\text{мм}$ Завод «Киеварматура»	25ч30нж	шт.	796				догов	1		
4-1	Автоматический контроль и регулирование температуры в реакторе синтеза 5 (100°C) Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения 50 – 150°C. Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Завод «Теплоконтроль» г.Казань	13ТД73	шт.	796				догов	1		
4-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления. Шкала 0...150°C. Входной сигнал 0,02...0,1МПа.	ПВ10.1Э	шт.	796				догов	1		

1	Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра Завод «Гизприбор» г.Москва	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4-3	Пневматический ПИИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Гизприбор» г.Москва	ПРЗ.22	шт.	796				Догов	3		
4-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. $P_y=1,6\text{МПа}$ , $T_{\text{max}}=300^\circ\text{C}$ , $D_y=50\text{мм}$ Завод «Киеварматура»	25ч30нж	шт.	796				Догов	3		
5-1	Автоматический контроль и регулирование температуры в реакторе синтеза 6 (100°C)  Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения 50 – 150°C. Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Завод «Теплоконтроль» г.Казань	13ТД73	шт.	796				Догов	1		
5-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления. Шкала 0...150°C.	ПВ10.1Э	шт.	796				Догов	1		

1	Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра Завод «Тизприбор» г.Москва	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5-3	Пневматический ПИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Тизприбор» г.Москва	2	ПР3.22	шт.	796			догов	3		
5-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. $P_y=1,6\text{МПа}$ , $T_{\max}=300^\circ\text{C}$ , $D_y=50\text{мм}$ Завод «Киеварматура»	25ч30нж	шт.	796				догов	3		
	Автоматический контроль и регулирование температуры в реакторе синтеза 7 (100°C)									11	
6-1	Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения 50 – 150°C. Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Завод «Теплоконтроль» г.Казань	13ТД73	шт.	796				догов	1		
6-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со	ПВ10.1Э	шт.	796				догов	1		

1	станции управления. Шкала 0...150°C. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра Завод «Тизприбор» г.Москва	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6-3	Пневматический ПИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Тизприбор» г.Москва	2	ПРЗ.22	шт.	796			Догов	1	
6-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. $P_y=1,6\text{МПа}$ , $T_{\text{max}}=300^\circ\text{C}$ , $D_y=50\text{мм}$ Завод «Киевфарматура»		25ч30нж	шт.	796			Догов	1	
	Автоматический контроль и регулирование температуры в реакторе кальцинированной соды (40°C)									
7-1	Измерительный преобразователь температуры пневматический. Пределы измерения 0 – 100°C. Длина соединительного капилляра 10м. Питание 0,14МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Завод «Теплоконтроль» г.Казань		13ТД73	шт.	796			Догов	1	

7-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор со станцией управления. Шкала 0...100°C. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Класс точности 1,0. Запись и показание одного параметра Завод «Тизприбор» г.Москва	ПВ10.1Э	шт.	796					8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7						
7-3	Пневматический ПИ-регулятор. Входной сигнал 0,02...0,1МПа. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа. Коэффициент усиления 2...3000% Время интегрирования 3...100мин Завод «Тизприбор» г.Москва	ПР3.22	шт.	796					8	1		
7-4	Регулирующий клапан с мембранным пневмоприводом. Р <sub>y</sub> =1,6МПа, Т <sub>max</sub> =300°C, D <sub>y</sub> =50мм Завод «Киеварматура»	25ч30нж	шт.	796					8	1		
	Автоматический контроль давления в аппарате синтеза 5 (0,1МПа)											
8-1	Манометр показывающий пневматический с дистанционной передачей. Шкала 0-0,16МПа. Класс точности 1,0. Выходной сигнал 0,02...0,1МПа Завод «Теплоконтроль» г.Казань	МПЧ-V	шт.	796					8	3		
8-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор.	ПВ4.2Э	шт.	796					8	3		







1	уровнемера в искробезопасном исполнении. Пределы измерения 0...2,5м. Класс точности 1,0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12-2	Вторичный преобразователь резонансного уровнемера. Выходной сигнал 0...5мА Диапазон 0...2,5м. Класс точности 1,0 Питание 220В, 50Гц «Теплоприбор» г.Рязань	РУМБ-2	шт.	796				Догов	1		
12-3	Электронный автоматический миллиамперметр регистрирующий. Шкала 0...2,5м. Класс точности 0,5. Входной сигнал 0...5мА «Львовприбор» г.Львов	КСМ-2	шт.	796				Догов	1		
	Автоматический контроль уровня в нутч-фильтре (2м)										
13-1	Первичный преобразователь резонансного модульно-блочного уровнемера в искробезопасном исполнении. Пределы измерения 0...2,5м. Класс точности 1,0	РУМБ-2	шт.	796				Догов	1		
13-2	Вторичный преобразователь резонансного уровнемера. Выходной сигнал 0...5мА	РУМБ-2	шт.	796				Догов	1		

1	Диапазон 0...2,5м. Класс точности 1,0 Питание 220В, 50Гц «Теплоприбор» г.Рязань	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13-3	Электронный автоматический миллиамперметр регистрирующий. Шкала 0...2,5м. Класс точности 0,5. Входной сигнал 0...5мА «Львовприбор» г.Львов	КСМ-2	шт.	796				Догов	1		
14-1	Число оборотов мешалок в реакторе синтеза 5 (60об/мин) Микропроцессорный частотный преобразователь. Мощность подключаемого двигателя 7,5кВт. Диапазон регулирования частоты 0-400Гц. Число разрядов цифрового индикатора 4. Класс точности 0,25. Фирма «MITSUBISHI ELECTRIC» Япония	FR-A540	шт.	796				Догов	1		
15-1	Число оборотов мешалок в реакторе синтеза 6 (60об/мин) Микропроцессорный частотный преобразователь. Мощность подключаемого двигателя 7,5кВт. Диапазон регулирования частоты 0-400Гц. Число разрядов цифрового индикатора 4. Класс	FR-A540	шт.	796				Догов	1		

1	точности 0,25. Фирма «MITSUBISHI ELECTRIC» Япония	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Число оборотов мешалок в реакторе синтеза 7 (60об/мин)										
16-1	Микропроцессорный частотный преобразователь. Мощность подключаемого двигателя 7,5кВт. Диапазон регулирования частоты 0-400Гц. Число разрядов цифрового индикатора 4. Класс точности 0,25. Фирма «MITSUBISHI ELECTRIC» Япония	FR-A540	шт.	796				догов	1		
	Автоматический контроль и регулирование частоты оборотов мешалки реактора кальцинированной соды (50об/мин)										
17-1	Микропроцессорный частотный преобразователь. Мощность подключаемого двигателя 7,5кВт. Диапазон регулирования частоты 0-400Гц. Число разрядов цифрового индикатора 4. Класс точности 0,25. Фирма «MITSUBISHI ELECTRIC» Япония	FR-A540	шт.	796				догов	1		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20-1	Датчик концентратора остаточного хлора. Пределы измерения 0 – 0,5%. Класс точности 1,5. Завод УНИхим, Свердловск.	КОХ-1	шт.	796			дог.	3		
20-2	Автоматический регистрирующий потенциометр. Шкала 0...0,5% Класс точности 0,5 «Львовприбор» г.Львов	КСП-2	шт.	796			дог.	1		
	Автоматический дистанционный контроль концентрации хлора в реакторе синтеза 7 (0,3%)									
21-1	Датчик концентратора остаточного хлора. Пределы измерения 0 – 0,5%. Класс точности 1,5. Завод УНИхим, Свердловск.	КОХ-1	шт.	796			дог.	3		
21-2	Автоматический регистрирующий потенциометр. Шкала 0...0,5% Класс точности 0,5 «Львовприбор» г.Львов	КСП-2	шт.	796			дог.	1		
	Автоматический контроль расхода хлористого бензила на синтез (300л/час)									
22-1	Ротаметр с пневматической дистанционной передачей. Шкала 0...400л/час Выходной сигнал 0,02...0,1МПа Приборостроительный завод г.Арзамас	РПФ-0,4-ЖУЗ	шт.	796			дог.	1		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22-2	Вторичный пневматический регистрирующий прибор. Шкала 0...400л/час Класс точности 1,0 Завод «Тизприбор» г.Москва	ПВ4.2Э	шт.	796			дог.	1		



## 4. Охрана труда

### 4.1 Анализ потенциальных опасностей, возникающих во время эксплуатации оборудования

#### 4.1.1 Сведения о взрыво-, пожароопасности, электростатических свойствах, токсичности

Сведения о взрыво-, пожароопасности, токсичности и электростатических свойствах применяемых материалов указаны в таблице 5.

Таблица 5.

Наименование материала	Сведения о взрыво- и пожароопасности	Сведения об электростатических свойствах	Токсичность и характер действия на организм человека	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Бензил хлористый	Легковоспламеняющаяся жидкость. Температура кипения - 145,6°C, температура вспышки - 60°C пределы взрываемости 4,7-39,0% объемных, температурные пределы воспламенения - 12-43°C	Удельное объемное электрическое сопротивление - 8,7 10 <sup>6</sup> Ом·м, минимальная энергия зажигания - 0,21 мДж. Допустимая скорость движения по трубопроводам - 2 м/с	Обладает резким запахом. У человека вызывает раздражение слизистых оболочек, особенно глаз. На коже вызывает тяжелые воспалительные процессы.	В воздухе рабочей зоны – 0,5

Продолжение таблицы 5.

Спирт бензиловый	Горючая безцветная жидкость Температура кипения -302°C, температура вспышки - 90°C, температура воспламенения - 100°C, температура самовоспламенения - 600°C	Удельное объемное электрическое сопротивление - $1,2 \cdot 10^{10}$ Ом·м, минимальная энергия зажигания - $2,2 \cdot 10^3$ Дж	Обладает наркотическим действием. Может вызвать отравление, головные боли, пищеварительные расстройства, кожные заболевания, раздражение слизистых оболочек. Относится к классу умеренно опасных веществ	В воздухе рабочей зоны - 5
Сода кальцинированная	Непожаровзрывоопасное вещество.	Удельное объемное электрическое сопротивление - $1 \cdot 10^3$ Ом·м	Может вызывать язвы. Возможны раздражения слизистых оболочек	В воздухе - 2

#### 4.1.2 Общие правила техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности

При работе необходимо соблюдать правила внутреннего распорядка предприятия. Запрещается курить, иметь при себе курительные принадлежности, распивать спиртные напитки.

Во всех помещениях пожароопасного производства должна поддерживаться чистота и порядок. В каждой рабочей смене должна проводиться тщательная уборка рабочих мест и помещений, куда разрешен вход обслуживающего персонала. В помещениях, куда вход во время работы оборудования запрещен,

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

уборку проводят при неработающем оборудовании в сроки, предусмотренные технологической документацией.

Не допускаются накопления пыли и конденсата продуктов на оборудовании, стенах и полу помещений, вентиляционных трубах и на другом основном и вспомогательном оборудовании, особенно на трущихся и соударяющихся частях, на оборудовании, имеющем нагретую поверхность (паропроводы и др.).

Легковоспламеняющуюся пыль и конденсат в процессе работы должны периодически удалять путем мокрой уборки. Сроки периодической уборки помещений и очистки оборудования от пыли, конденсата, пленок и налипших продуктов предусмотрены в инструкциях по охране труда.

Вещества, случайно рассыпанные или пролитые во время работы на пол или оборудование, должны быть осторожно собраны при помощи веника и совка из цветного металла и помещены в тару для сметок, а место, на котором находились просыпанные или пролитые вещества, должно быть тщательно промыто.

Запрещается использовать в производстве просыпанные или пролитые вещества.

Тара для сбора сметок и безвозвратных отходов должна иметь четкие отличительные признаки, чтобы ее нельзя было спутать с тарой для основной продукции.

Отходы и сметки должны вывозиться из помещений по мере накопления, но не реже одного раза в смену.

Сметки должны смачиваться водой и храниться во влажном состоянии.

Количество пожароопасных продуктов на рабочих местах и в помещениях не должно превышать количества, предусмотренного нормами хранения.

В каждом производственном помещении должны быть отведены места для хранения сырья, полуфабрикатов и готового продукта в пределах установленной нормы. Эти места должны быть обозначены линиями, нанесенными на полу помещения, согласно технологическим планировкам.

В местах хранения запрещается выполнение каких-либо технологических операций, кроме приема и выдачи сырья, полуфабрикатов и готового продукта.

Помещения, где находятся пожароопасные материалы, не должны оставаться без надзора или незапертыми.

Для каждого производственного помещения должен быть составлен, подписан начальником цеха и вывешен перечень используемого инструмента, необходимого для выполнения операций в данном помещении, с указанием его количества и материала, из которого он изготовлен. Применяемый инструмент должен соответствовать чертежам, иметь соответствующую маркировку и храниться в специально отведенных местах.

Запрещается хранить в производственных помещениях предметы и материалы, не используемые непосредственно на данной операции, и особенно посторонние предметы и горючие материалы.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Температура теплоносителя (пар, воздух) в пожароопасных производственных помещениях должна быть регламентирована и не должна превышать значений 80°C – для воздуха, 135 °C – для пара.

Запрещается класть какие-либо предметы или материалы и спецодежду на паропроводы, нагревательные приборы, оборудование и коммуникации.

Запрещается начинать и проводить работу, если в помещении на рабочем месте находится больше людей, чем это предусмотрено инструкцией.

Работающим в производстве запрещается иметь при себе часы, ключи, авторучки, кошелек, броши, кольца, расческу, закладки, значки и т.п.

Запрещается работающим заходить в производственные помещения, в которых они не работают.

Запрещается рабочим в спецодежде и спецобуви, загрязненных пожароопасными материалами, заходить в помещения, где ведется работа с материалами, а также в машинные отделения и подсобные помещения, где возможно искрообразование или наличие огня.

Запрещается ношение технологической и специальной одежды, не соответствующей требованиям технологической документации и инструкции по охране труда.

Рабочие столы для проведения работ, связанных с возможностью рассыпания и распыления пожароопасных материалов, должны быть гладкими, без щелей, иметь борта, не иметь выступающих гвоздей и должны быть покрыты токопроводящим заземленным материалом, не дающим искры. Запрещается закрашивать или закрывать какими-либо изолирующими материалами токопроводящую поверхность стола.

Тара, предназначенная для межоперационного транспортирования пожароопасных полуфабрикатов и готового продукта, должна быть закреплена за отдельными операциями и предназначена только для одного вида полуфабрикатов.

Запрещается пользоваться тарой, не предусмотренной технологической документацией и инструкциями.

Материал для протирки оборудования, не использованный в производстве, должен храниться в металлических емкостях с крышками.

Протирочные материалы, загрязненные растворителем, собирают и хранят в металлических емкостях с крышками и по мере накопления, но не реже одного раза в смену, удаляют на специально отведенные площадки или помещения для хранения использованной ветоши.

Протирочные материалы, загрязненные производственными веществами, хранят в отдельных емкостях в увлажненном состоянии.

Протирочные материалы, загрязненные олифой или масляными красками, собирают в отдельные емкости с крышками и заливают водой.

Все пришедшие в негодность аппараты, оборудование, узлы, детали, инструменты и другие предметы, бывшие в соприкосновении с пожароопасными материалами (приборы, лотки, трубы, ящики, части оборудования, запорная

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

арматура и др.), подлежащие какому-либо дальнейшему использованию или уничтожению, перед сдачей в ремонт или утилизацией должны быть предварительно тщательно очищены от загрязнений. Очистка должна проводиться в соответствии с инструкцией по охране труда под руководством ИТР (мастера или технолога). Оборудование, узлы, детали, достаточную очистку методом промывки и нейтрализации которых нельзя гарантировать, перед сдачей их в ремонт или утилизацию (после очистки от загрязнений пожароопасными материалами) должны подвергаться обжигу.

Очищенное и неочищенное оборудование и другие предметы должны храниться отдельно на отведенных площадках.

При многосменной работе рабочим, мастерам смен запрещается уходить с работы до тех пор, пока они не сдадут свои рабочие места, участки и не оформят сдачу и прием смены с регистрацией и росписями в журнале.

При односменной работе рабочие сдают свои рабочие места мастеру, который, в свою очередь, сдает участок начальнику производства.

По окончании работы помещение закрывают, опечатывают, а ключи сдают охране в установленном порядке. Если в производстве имеются участки с круглосуточным дежурством персонала нетехнологического назначения, допускается хранение ключей от неработающих технологических помещений на данных участках.

Все оборудование производств, где ведутся работы с пожароопасными материалами, должно соответствовать требованиям проектно-конструкторской документации и должно иметь:

- технические паспорта и технические описания;
- инструкции по эксплуатации.

Запрещается эксплуатация оборудования в случае его несоответствия паспорту завода-изготовителя, требованиям проектной, конструкторской и нормативной документации.

Все производственное оборудование должно содержаться в исправности, чистоте, порядке. Ответственность за правильную эксплуатацию технологического оборудования, приспособлений и оснастки несут начальник, технолог производства и лицо, непосредственно эксплуатирующее оборудование.

Ремонт и контроль за состоянием оборудования должен осуществляться в сроки, предусмотренные графиком планово-предупредительного ремонта.

За наличие и исправность оградительных устройств к оборудованию несет ответственность механик производства, а за правильность их использования – мастер смены.

Все оборудование должно быть заземлено. За исправностью и надежностью заземления должен быть установлен постоянный контроль службой энергетика производства.

Все оборудование и емкости должны быть доступны для внутреннего осмотра и очистки от остатков пожароопасных материалов.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Конструкция и состояние аппаратов и отдельных узлов оборудования должны исключать попадание пожароопасных веществ продуктов в зазоры между трущимися металлическими или другими жесткими частями оборудования.

Поверхность аппаратов и коммуникаций должна быть гладкой, легко очищаемой от продукции.

Для очистки и промывки оборудования используют, в основном, воду.

Повседневное наблюдение за работой контрольно-измерительной аппаратуры (КИПиА) ведет производственный мастер, а метрологический надзор – мастер КИПиА.

На шкалах контрольно-измерительных приборов или около приборов должны быть четко обозначены показатели предельно допустимых значений заданных параметров (красная черта, красная стрелка, цифровые показатели и т.д.).

Все транспортирующие устройства должны быть доступны и удобны для осмотра и очистки от продукта. Освобождение задвижек, вентилей, кранов должно быть удобно и доступно с пола или со специальных площадок.

Ремонт, разборку и сборку технологических транспортирующих средств можно проводить только после полной очистки их от продукции с составлением акта о проведенных работах.

Защитные устройства и ограждения предназначены для защиты работающих от механических повреждений движущимися частями. Снимать ограждения в случае ремонта оборудования допускается после полной остановки оборудования и только с разрешения производственного мастера. За наличие защитных ограждений, их содержание и эксплуатацию несут ответственность мастер смены и начальник производства.

Работу вентиляционных установок (проверку их исправности и соответствия проекту, проверку эффективности действия с отбором проб для анализа воздушной среды, эффективности очистки воздуха, выбрасываемого в атмосферу, своевременность очистки вентиляционной системы, чистоты подаваемого в приточную систему воздуха и соответствия его заданному температурному режиму) контролирует служба главного механика (энергетика).

Ремонт вентиляционных систем не разрешается проводить без предварительной очистки, промывки, продувки и оформления соответствующего акта об очистке системы.

Все работы в пожароопасном производстве должны проводиться под непосредственным руководством мастера смены.

Перед началом работы должны быть тщательно проверены исправность оборудования, коммуникаций, приспособлений, контрольно-измерительных приборов, приборов автоматики дистанционного управления, сети электрического освещения, вентиляции, вспомогательного оборудования, защитно-оградительных и блокировочных устройств, средств пожаротушения и сигнализации, аварийных и запасных устройств для пуска и остановки

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оборудования, наличие инструмента, а также наличие электроэнергии, пара, воды, сжатого воздуха и подготовленность сырья и материалов, о чем должна быть сделана соответствующая запись в журнале приема и сдачи смен.

Все оборудование должно быть осмотрено и проверено пуском на холостом ходу.

Запрещается оставлять без непосредственного присмотра или контроля с пульта работающее оборудование.

Запрещается вести работу на неисправном или загрязненном оборудовании и с неисправными приборами, некондиционными или загрязненными материалами и несоответствующим инструментом, а также при неработающей вентиляции, неисправной системе пожаротушения или при отсутствии соответствующих средств пожаротушения.

Для текущего обслуживания оборудования в распоряжение производственного мастера выделяются специально обученные и проинструктированные слесари и электромонтеры. Техническое руководство ими осуществляют механик, энергетик и мастер КИПиА.

Все проводимые виды ремонта при текущем обслуживании оборудования слесарь и электромонтер заносят в журнал приема и сдачи смены.

Оборудование пожароопасных производств при подготовке к монтажным или ремонтным работам очищается от остатков продукции путем промывки, протирки, обжига и т.д. Подготовленность оборудования (или всего помещения) проверяют комиссии, назначаемые распоряжением начальника производства.

Помещения и оборудование при подготовке к монтажным и ремонтным работам с применением огня (газоэлектросварки и др.) принимает комиссия под председательством начальника производства в составе начальника участка, механика (энергетика), заместителя начальника производства по охране труда и технике безопасности и представителя пожарной охраны.

Помещения и оборудование при подготовке к монтажным и ремонтным работам без применения огня принимает комиссия в том же составе, но без участия представителя пожарной охраны.

Комиссия составляет акт проверки с заключением о возможности проведения ремонтно-монтажных работ.

Запрещается проводить ремонт без остановки остального оборудования на участках, где работающее оборудование может представлять угрозу для лиц, занятых ремонтными работами.

Мелкие ремонтные работы, проведение которых допускается (как исключение) без остановки производства или без освобождения оборудования, должны быть организованы так, чтобы они не могли явиться причиной загорания или взрыва ремонтируемого оборудования. Место проведения ремонта должно быть обильно смочено водой и поддерживаться в мокром или влажном состоянии. Инструмент должен быть изготовлен из искробезопасного материала.

Производственные стоки, канавы, желобы, люки и т.д. должны быть всегда закрыты крышками или решетками, изготовленными из материала,

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

исключающего накопление продукции в непросматриваемой зоне и не дающего искр при соударении с материалом желоба или стока. Очистка стоков, канав, отстойников должна проводиться по графику, утвержденному главным инженером.

В тех случаях, когда необходимо оставить продукцию в рабочем помещении при перерывах в работе (некруглосуточная работа, выходной день), помещение убирают, обесточивают электрооборудование, закрывают окна и двери и после проверки состояния помещения мастер запирает и пломбирует помещение.

В тех случаях, когда в здании остается дежурный, он должен находиться в помещении, обеспеченном телефонной связью и, по-возможности, свободном от продукции.

В производственных помещениях стены, потолки и полы должны быть в таком состоянии, чтобы исключалось засорение продукта строительными материалами и чтобы можно было легко произвести мокрую уборку помещения.

В помещениях, где в процессе работы выделяются пары, оседает пыль пожароопасных веществ, стены и потолки должны быть окрашены масляной краской или иметь другое, легко промываемое покрытие и находиться в исправном состоянии. Не допускаются выбоины и трещины на полу, загрязнение пола продуктами производства.

Не допускать попадания на используемые материалы прямых солнечных лучей. Для предотвращения попадания прямых солнечных лучей окна помещения должны быть окрашены белой масляной краской.

Тара для хранения и транспортирования ЛВЖ и ГЖ должна быть электропроводной, небьющейся, с плотно закрывающимися крышками и исправной. Под крышками должны быть прокладки (свинцовые, картонные или резиновые) для предотвращения искрообразования при ударе в случае неосторожного открывания или закрывания крышки.

Запрещается транспортирование и хранение ЛВЖ и ГЖ в открытой таре. Тара может быть заполнена не более, чем на 85% объема.

Сливно-наливные устройства должны быть заземлены, а перед началом работы проверены на надежность их заземления.

При переливании ЛВЖ и ГЖ не должно быть разбрызгивания, распыления или бурного перемешивания. Переливание ЛВЖ и ГЖ свободно падающей струей не допускается.

Запрещается проводить слив и налив ЛВЖ во время грозы.

При открывании и закрывании тары необходимо пользоваться инструментом, не дающим искр при ударе.

Пустые емкости должны освобождаться от остатков и паров ЛВЖ, промываться и просушиваться.

В помещениях, где хранятся ЛВЖ и ГЖ или проводятся работы с ними, запрещается курить, производить работы, сопровождающиеся искрением или связанные с применением открытого огня.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Запрещается использовать ЛВЖ и ГЖ не по прямому назначению (для мытья полов, стирки и чистки одежды и тому подобных нужд).

Запрещается проведение работ с ЛВЖ и ГЖ в одежде (спецодежде) из синтетических, шерстяных и шелковых тканей и в обуви, не обеспечивающих отвод электростатических зарядов с человека, или загрязненных маслами, окислителями, кислотами.

Администрация предприятия обязана обеспечить работающих на предприятии исправными средствами индивидуальной защиты: спецодеждой, спецобувью, средствами защиты органов дыхания.

Спецодежда: белье нательное хлопчатобумажное, костюм хлопчатобумажный, комбинезон хлопчатобумажный, халат хлопчатобумажный, косынка, берет хлопчатобумажные; фартук из прорезиненной ткани, спецобувь: тапочки (без металлических гвоздей, подковок и т.д.), калоши резиновые, сапоги резиновые.

Для защиты органов дыхания работающих на операциях с выделением пыли – респиратор, для защиты рук от воздействия растворителей и вредных веществ – перчатки резиновые и хлопчатобумажные.

Периодичность смены спецодежды (халатов, костюмов, белья, комбинезонов) устанавливается в зависимости от операций производства по мере загрязнения, но не реже одного раза в неделю.

Для хранения спецодежды и спецобуви предусматривают гардеробные. Промасленная спецодежда должна храниться в развешенном виде отдельно от другой спецодежды.

Запрещается носить и оставлять в карманах спецодежды продукты производства или производственные отходы, промасленную ткань.

Запрещается оставлять по окончании работы и в течение рабочей смены спецодежду и спецобувь в производственных помещениях, на оборудовании, на рабочих местах, а также выносить спецодежду и обувь, загрязненную пожароопасными и вредными веществами, за пределы предприятия.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны при выполнении технологических операций не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций.

В производственных помещениях и на рабочих местах должно быть обеспечено неослепляющее освещение.

Во всех производственных помещениях в специально отведенных местах должны быть аптечки и другие средства оказания первой помощи (носилки, жгуты, перевязочный материал и др.). Места расположения средств для оказания первой помощи должны знать все работающие.

Производственные здания и сооружения должны быть оборудованы системами (установками) автоматической пожарной защиты (АПЗ), а также автоматической пожарной сигнализации.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Все производственные, вспомогательные, складские и другие помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (огнетушители, песок, кошма и т.п.).

Запрещается проводить работы в пожароопасных производствах при неисправных или необеспеченных водой системах пожаротушения (дренчерные, локальные АТП-П), при неисправности водопроводной сети, пожарных гидрантов, кранов, извещателей. Проверка их должна проводиться по графику. Запрещается проводить работы при давлении воды в дренчерной системы ниже 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>).

Подходы к кранам и кнопкам ручного включения системы пожаротушения запрещается загромождать какими бы то ни было предметами, которые могут вызвать затруднение при пользовании кранами и кнопками. Замена кранов вентилями не допускается. Места расположения кранов должны знать все работающие.

Все задвижки пожарной водопроводной сети, кроме внутренних пожарных кранов, должны быть в открытом состоянии.

Не допускается загромождать проходы и коридоры в зданиях, а входы и выходы должны постоянно содержаться в исправном состоянии.

Для каждой операции должны быть разработаны и утверждены нормы загрузки помещений и рабочих мест, а также допустимое количество работающих. Утвержденные нормы загрузки и количество одновременно работающих должны быть вывешены в рабочих помещениях в виде табличек за подписью начальника и производства или написаны масляной краской на стене.

Для всех производственных помещений, где проводятся работы, должны быть разработаны и строго соблюдаться технологические планировки.

Контроль за величиной относительной влажности воздуха должен производиться на пульте управления по приборам и визуально по психрометру (гигрометру) в нескольких точках помещения вблизи рабочих мест через каждый час в течение смены с записью в журнале. Первый замер относительной влажности делается перед началом работы.

## **4.2 Система противопожарной безопасности.**

### **Система противопожарной защиты**

#### **4.2.1. Меры безопасности при ведении технологического процесса, выполнении регламентных производственных операций.**

Для безопасного ведения процесса, соблюдения требований безопасности производства и обеспечения нормальных санитарно-технических условий труда работающих, необходимо соблюдать следующие условия:

1. Все работы на установке проводить при непрерывно-работающей приточно-вытяжной вентиляции;

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Не допускать негерметичность аппаратов, трубопроводов, запорной арматуры;
3. Сливные и заборные шланги должны быть закреплены жгутами, должны быть с металлическими неискрящими наконечниками и обвиты медной проволокой диаметром не менее 2 мм или медным кабелем сечением не менее 4 мм<sup>2</sup> с шагом витка не более 10 см соединенной (для исключения образования статического электричества), или болтовым соединением с металлическим трубопроводом и наконечником;
4. Фланцевые соединения должны быть закреплены на все болты и закрыты защитными кожухами;
5. Не разрешается работать на неисправном оборудовании и с неисправными инструментами;
6. Нельзя проводить ремонтные работы на работающем оборудовании и неподготовленных коммуникациях;
7. Пользоваться только проверенными и исправными КИП;
8. Движущиеся части оборудования должны быть защищены от коррозии и поддерживаться в чистоте;
9. Все паровые трубопроводы и рубашки парокубов должны быть изолированы;
10. Аппараты, трубопроводы, крепежные изделия, арматура должны быть защищены от коррозии и поддерживаться в чистоте;
11. Аппараты нельзя заполнять выше указанных норм загрузки;
12. Необходимо следить за нормальным освещением рабочих мест, проходов, площадок, лестниц;
13. Запрещается применение открытого огня на установках, огневые работы проводить только с письменного разрешения, утвержденного главным инженером, согласованным с ОТБ и ВПЧ-15, после проведения предусмотренных противопожарных мероприятий в присутствии ответственного за проведение данных работ;
14. При ремонтных работах пользоваться неискрящим инструментом;
15. Все оборудование и коммуникации должны быть заземлены;
16. Загрузочные линии на установке должны быть выполнены в виде сифона, опущенного вертикально почти до дна аппарата;
17. Недопустимо загромождать проходы и аварийные выходы из помещения;
18. Нельзя оставлять работающее оборудование без надзора;
19. Прием пищи на рабочем месте запрещен;
20. После работы каждый работающий должен принять душ;
21. Технологический процесс проводить в соответствии с регламентом и инструкцией.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.2.2 Тушение возможных загораний

При загорании бензила хлористого – тушить можно обыкновенной водой, воздушно-механической пеной, углекислотными огнетушителями, пеной, порошок ПСБ-3.

При загорании бензилового спирта – тушить распыленной водой, пеной, порошок ПСБ, углекислотными огнетушителями.

Особую осторожность следует соблюдать при работе с бензилом хлористым, ЛВЖ т.к. при сливе и загрузке может возникнуть статическое электричество.

Шланги для загрузки и слива бензила хлористого должны быть заземлены и иметь металлические наконечники, выполнены из материала, не дающего искры (алюминий, медь и др.). Дозировку вести непрерывая струи через сифон.

Для защиты от статического электричества, молнии (вторичных проявлений при ударе молнии), применяется заземление всего оборудования, коммуникаций. Заземление металлических трубопроводов обеспечивается установкой всех крепежных болтов на фланцевых соединениях. Заземление воздухопроводов вентиляторов, установкой крепежных болтов и заземляющих проводников через шляпки вставки. Защита от прямых ударов молнии выполнена отдельно стоящими молниеотводами, наложением молниеприемной сетки на крышу здания.

#### 4.3 Расчет освещения

В производственном помещении применяется естественное и искусственное освещение.

Так как освещенность 150 лк недостаточна для нормального освещения, в связи с этим произведем расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока.

В связи с тем, что в нашем производственном помещении высота 5 м, целесообразно применить лампы типа ДРЛ (ртутные лампы высокого давления). В кварцевой трубке, содержащей дозированную долю ртути и инертного газа, происходит электрический разряд.

а) расчет искусственного освещения.

Необходимый поток каждого светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_z \cdot S_n \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

где  $\Phi$ - мощность светового потока, лк;

$E$  – нормируемая освещенность, лк;

$K_z$  – коэффициент запаса освещенности;

$S_n$  – площадь освещаемого помещения,  $S_n=A \cdot B$ , м<sup>2</sup>;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения (принимается равным 1,15);

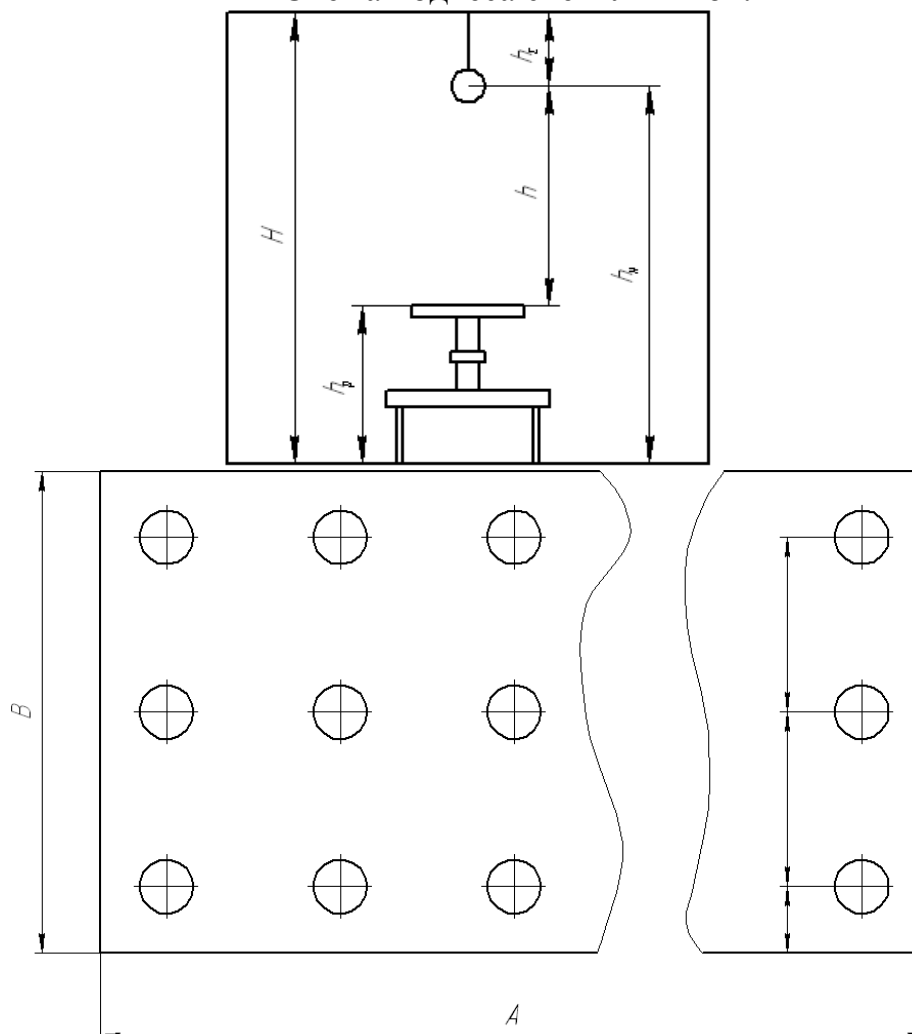
$N$  – число светильников ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим количество ламп.

Схема подвеса светильников:



$H$  – высота помещения,  $H=5$  м;

$h_p$  – высота от пола до рабочей поверхности принимаем среднюю,  $h_p=1,2$  м;

$h_c$  – высота от потолка до низа светильника,  $h_c=0,2$  м.

Тогда высота подвеса светильника над рабочей поверхностью равна:

$$h_{св}=H-h_p-h_c=5-1,2-0,2=3,6 \text{ м.}$$

Определим расстояние между светильниками.

Поскольку в анализе тип светильника не был определен, определим необходимый тип светильника. Согласно рекомендации СНиП 23-05-95, для работы с невысокими требованиями к цветоразличению и освещенностью 150-200 лк рекомендуются лампы типа ДРЛ. Согласно стандарту, они входят в светильники типа РСП (Р – с лампой типа ДРЛ, С и П – подвесной, потолочный) с кривой силы света (КСС) Г-1 по ГОСТ 17677-82.

Основное требование при выборе высоты расположения светильников – доступность для обслуживания.

Для типа КСС Г рекомендуется отношение

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ

Лист  
69

$$\frac{L}{h}=0,8\div 1,2. \text{ Принимаем } \frac{L}{h}=1.$$

Отсюда  $L=1\cdot h=1\cdot 3,6=3,6$  м.

Лампы подвесим по вершинам квадрата, т.е. примем, что  $L$  – это расстояние и между светильниками в ряду и между рядами.

Расстояние от крайних светильников до стены, м, определяем по формуле

$$l=(0,3\div 0,5)\cdot L=0,4\cdot 3,6=1,44 \text{ м.}$$

Для определения коэффициента использования светового потока найдем индекс помещения  $i$ , определяемый по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения.

$$i = \frac{36 \cdot 18}{3,4 \cdot (36 + 18)} = 3,5$$

Округляем полученную величину  $i$  до ближайшего табличного значения  $i=5,0$  [ табл. 9.14].

Оцениваем значение коэффициента отражения потолка  $\rho_{\text{п}}$  и стен  $\rho_{\text{ст}}$ . В связи с тем, что потолок бетонный чистый, коэффициент отражения от потолка  $\rho_{\text{п}}=0,5$ , а стены бетонные с окнами, коэффициент отражения от стены  $\rho_{\text{ст}}=0,3$ . Тогда принимаем коэффициент использования светового потока по [ табл. 9.15]  $\eta=0,88$ .

Находим коэффициент запаса ( $K_3$ ) по СНиП 25-05-95 в зависимости от типа помещения и типа светильников.  $K_3=1,5$ .

Определяем количество светильников в одном ряду по длине помещения:

$$N_j = \frac{A - 2 \cdot 0,4 \cdot L}{L} + 1 = \frac{36 - 2 \cdot 0,4 \cdot 3,6}{3,6} + 1 = 9,5 \text{ шт.}$$

Принимаем 10 светильников.

Определяем количество светильников по ширине помещения:

$$N_i = \frac{B - 2 \cdot 0,4 \cdot L}{L} + 1 = \frac{18 - 2 \cdot 0,4 \cdot 3,6}{3,6} + 1 = 4,5 \text{ шт.}$$

Принимаем 10 светильников.

Тогда общее число светильников  $N=N_j \cdot N_i=9 \cdot 5=45$  шт.

Нормируемая освещенность  $E=200$  лк.

Мощность светового потока:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 18 \cdot 1,15}{45 \cdot 0,88} = 5545 \text{ лм.}$$

По полученному значению мощности светового потока и [ табл. 9.5] выбираем ближайшую стандартную лампу типа ДРЛ с мощностью светового потока 5600 лм. Мощность лампы  $P=125$  Вт ДРЛ ГОСТ 16354-70.

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5 Строительно-монтажная часть

### 5.1 Обоснование компоновки оборудования установки

С целью обеспечения стабильных условий эксплуатации оборудования, а также удобства его обслуживания, технологическое и вспомогательное оборудование устанавливаем в здании. При этом учтено, что здание состоит из железобетонных элементов прямоугольной формы в плане с использованием унифицированных типовых пролетов и по возможности одинаковой высоты.

Размеры пролетов, расположение разбивочных осей (шагов колонн) и высоты здания принимаем по ГОСТ 23838-79 и ГОСТ 24336-80; размеры пролетов и шаги колонн одноэтажных зданий – кратными 6 м.

При размещении оборудования предусмотрены проходы, обеспечивающие безопасное обслуживание оборудования, движение обслуживающего персонала и транспортных устройств, а также удобную очистку рабочих поверхностей оборудования. Проходы в свету (между более выступающими частями оборудования, щитов, конструкций) по фронту обслуживания берутся не менее 1,0 м. По фронту обслуживания насосов ширина прохода в свету – не менее 1,5 м. Проходы, служащие для периодического обслуживания оборудования и щитов управления, должны иметь ширину не менее 0,8 м.

В целом, компоновка оборудования осуществлена по ходу технологического процесса с рациональным использованием производственных площадей, максимальным сокращением длины трубопроводов, соблюдением необходимых условий для удобного и безопасного обслуживания машин и аппаратов, их монтажа и ремонта.

При размещении оборудования осуществлялась цель по упрощению производственного потока, сокращая при этом количество передающих устройств и используя, по возможности, гравитационные силы для перемещения продукта на отдельных участках технологического процесса.

Основываясь на перечисленных выше условиях компоновки оборудования предусматривается размещение напорных емкостей, дефлегматоров на эстакадах в верхней части производственного помещения, а габаритное и массивное оборудование – на нулевой отметке.

Для удобства обслуживания технологического оборудования, осмотра и ремонта, по месту установлены площадки и лестницы, которые не должны нарушать прочность и устойчивость оборудования. Высота обслуживающих площадок не менее 2,0 м.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5.2 Организация монтажных и ремонтных работ

В большинстве случаев аппараты с перемешивающими устройствами представляют собой пустотелые цилиндры с конусным или эллиптическим нижним днищем, поэтому монтаж и ремонт их корпуса не отличаются специфичностью. Конструктивное различие аппаратов определяется способом перемешивания, т.е. типом перемешивающих устройств.

Аппараты с механическим перемешиванием отличаются друг от друга главным образом формой и конструкцией мешалок. Распространены лопастные, рамные и якорные мешалки. Для более интенсивного перемешивания сред применяют турбинные мешалки с открытым или закрытым колесом, а также пропеллерные мешалки.

При монтаже вертикальных аппаратов очень важно обеспечить строгую вертикальность оси вала и исключить возможность заметного дисбаланса собранных мешалок относительно оси вращения. Проверку устойчивости и сбалансированности мешалки производят с помощью рейсмуса в процессе пробного пуска ротора.

Мешалки устанавливают на валу на шпонках, поэтому втулки их должны быть тщательно подогнаны на валу. В случае применения различных втулок после сборки и затяжки болтов нужно убедиться в плотном прилегании втулки к валу по всей поверхности сопряжения. Часто валы мешалок изготавливают составными. Соединение валов посредством муфт – очень ответственная операция, особенно при использовании подвесных валов.

Мешалки выполняют литыми, сварными или разборными. Их вносят в аппарат с помощью кранов вместе с валом или отдельно. В последнем случае посадку на вал производят внутри аппарата, что значительно сложнее.

Более точного монтажа требуют турбинные мешалки. Мешалки больших диаметров собирают из отдельных элементов внутри аппарата. Турбинные колеса перед монтажом должны быть хорошо отбалансированы. Желательно, кроме одиночного балансирования каждой турбины проверять на балансировку весь собранный ротор мешалки.

Ремонт мешалок производят в случае износа или поломок деталей и узлов. Для ремонта прибегают к сварке, наплавке, замене шпонок и крепежных деталей и т. д. Если наплавляются поверхности, сопрягающиеся с валом (ступица, пазы под шпонки), их до сборки подвергают механической обработке.

Более сложен монтаж и ремонт мешалок, представляющих собой лопастные и якорные мешалки, оси валов которых вращаются относительно какой-либо центральной оси. Кроме требований, предъявляемых ко всем мешалкам, при монтаже мешалок необходима точная взаимная увязка всех параллельных валов, связанных единой передачей.

Конструктивные элементы мешалок. Корпуса аппаратов, в которых необходимо поддерживать заданную температуру процесса, снабжены рубашкой или трубными змеевиками. Наличие рубашки осложняет возможность быстрого

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



определения дефекта, поэтому после каждого ремонта пространство между рубашкой и корпусом проверяют опрессовкой. Змеевики, расположенные внутри аппаратов, подвергаются износу наряду с другими внутренними устройствами. Наружные змеевики более долговечны.

Для защиты от коррозии корпуса мешалок гуммируют, покрывают слоем эмали или другими антикоррозионными покрытиями. Особенно большое внимание следует уделять покрытиям, нанесенным на разъемные участки (люки, лазы, штуцера, крепления опор, узел ввода вала и др.).

Привод (мотор-редуктор) передает крутящий момент валу мешалки с помощью промежуточного устройства, исключая действие поперечных сил на выходной вал редуктора. Мотор-редуктор поставляется заводом-изготовителем собранным на мешалке или отдельно. В первом случае перед транспортированием как привода, так и всего ротора (внутри корпуса аппарата) устанавливают распорки, предотвращающие их поломку. На монтажной площадке эти распорки снимают (иногда срезают газорезкой) и проверяют легкость проворачивания. Затем запускают двигатель и проверяют холостую работу привода и ротор. При этом следят за нагрузкой мотора, температурой подшипников и прослушивают шум, сопровождающий работу редуктора. Обнаруженные дефекты уточняют после разборки соответствующего узла.

При отдельной поставке привода его транспортирование и установку на аппарат производят только с помощью специальных строповых устройств на приводе. При установке двигателя на основании необходимо обеспечить свободный доступ к маслоуказателю и маслоспускаемой пробке. Валы роторов мешалок соединяют с валом привода с помощью муфт. Для валов вертикальных роторов, подвешенных за привод, применяют поперечно-свертные и продольно-свертные глухие муфты. Полумуфту на вал редуктора необходимо насаживать до упора в бурт вала, предварительно подогрев до  $120\div 150^{\circ}\text{C}$ . При насадке полумуфты не рекомендуется пользоваться молотком, так как при сильных ударах можно повредить подшипники. Болты, стягивающие обе половинки каждой муфты, должны быть затянуты так, чтобы сила возникающего при этом трения была достаточна для передачи крутящего момента. Тем не менее на оба вала все же устанавливают шпонки.

Наиболее важным условием монтажа привода и корпуса аппарата является необходимость строгой вертикальности валов и их соосности, которые проверяются известными способами. После монтажа привода и залива в его картер масла производят холостую обкатку в течение  $10\div 15$  мин. При каждом ремонте приводы мешалок подвергают ревизии: проверяют люфты в зацеплениях и подшипниках, а также центровку мотора с редуктором. Особое внимание обращают на исправность системы подачи смазки. Обнаруженные дефекты исправляют известными способами.

Если аппарат работает под давлением или в вакууме либо предназначен для перемешивания взрывоопасных и токсичных сред, к монтажу системы герметизации аппарата в узле выхода из него вала ротора предъявляют особенно

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

высокие требования. Наиболее часто встречаются сальники с мягкой набивкой и торцевые уплотнения. Собранные уплотнения проверяют путем подачи уплотнительной жидкости, которая не должна выступать за пределы испытываемого участка.

Собранную или отремонтированную мешалку сдают в эксплуатацию после гидравлической опрессовки корпуса и пробного пуска привода под нагрузкой.

Особенности ремонта и монтажа эмалированных аппаратов. Поскольку эмаль, как и стекло, при неосторожном обращении с ней легко ломается, при монтаже и ремонте эмалированных аппаратов с перемешивающими устройствами необходимо всемерно обеспечивать целостность эмалевого покрытия. Такие покрытия обладают хорошей сцепляемостью с металлом, имеют гладкую глянцевую поверхность и при правильном обращении надежно служат долгое время.

При монтаже первым условием является предотвращение ударов по корпусу, поскольку при этом эмаль трескается или местами отстает от основного слоя (скалывается). Поэтому аппараты независимо от того, находятся ли они в упаковке или нет, нельзя кантовать, бросать, устанавливать друг на друга и т. д. При транспортировании до места монтажа и при установке в проектное положение строповку аппарата производят только за специальные устройства (ушки, ложные штуцера и т. д.). Нельзя производить строповку за эмалированные штуцера и люки. Нельзя также в качестве стропа применять цепи. Паспортом эмалированного аппарата обычно предусматриваются схемы строповки для подъема и установки его в проектное положение.

Перед началом монтажа аппарат тщательно осматривают и убеждаются в целостности конструкции. Затем снимают консервационную смазку так, чтобы не повредить эмалированную поверхность. Сборку аппарата производят по инструкции в соответствии с условиями эксплуатации. Применяемые прокладки и набивки должны соответствовать техническим требованиям. Для уплотнения эмалированных поверхностей допускаются только мягкие уплотняющие материалы (главным образом резина и асбест), свободные от твердых включений (можно также применять фторопласт). Уплотнительные поверхности, покрытые эмалью, не отличаются точностью, поэтому обычно применяют прокладку несколько большей толщины, чем для неэмалированных поверхностей, и регулируют ее по всему периметру уплотнения.

Сваривать эмалированный аппарат нельзя. Следует также избегать производства сварочных работ в непосредственной близости от него; в противном случае эмалированные поверхности необходимо надежно защитить от попадания брызг расплавленного металла. При производстве сварочных работ на неэмалированной части аппарата (например, на рубашке) расстояние от места сварки до эмалированной стенки должно быть не менее 50 мм.

В процессе монтажных и ремонтных работ следует избегать падения крепежных деталей, инструмента и других металлических предметов на эмалированную поверхность.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Затяжку болтов фланцевых соединений производят постепенно, равномерно и последовательно по всему периметру. Все внутренние детали аппарата должны быть надежно закреплены, вращающиеся детали не должны задевать корпус.

Характерной операцией при ремонте эмалированных аппаратов является устранение дефектов на эмалированной поверхности с помощью замазок арзамит, диабазовой, на эпоксидной смоле, на бакелитовом лаке. Непосредственно перед нанесением замазки поврежденную поверхность зачищают наждаком или шкуркой, затем волосяной щеткой, а после этого промывают растворителем (ацетоном или бензином). Приготовленную согласно рецептуре и установленной технологии замазку наносят шпателем на поврежденную поверхность и просушивают при температуре  $40\div 60^{\circ}\text{C}$  в течение 12 ч.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 6.1 Технико-экономический анализ существующих конструкций

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности находят применение различного вида емкостей с мешалкой, основное различие которых заключается в основном в конструкциях перемешивающих устройств, форме крышек и днищ, а также в конструкциях приводов. Основным параметром, указывающим на габариты аппарата, является значение площади теплообмена и емкости аппарата. Длительный период эксплуатации емкости позволил значительно упростить конструкционные особенности аппаратов и увеличить надежность их работы, что существенно облегчило их изготовление и обслуживание. Таким образом, при выборе базовой конструкции для проведения экономических расчетов принимаем использующийся в действующем производстве стандартный цилиндрической емкости с якорной мешалкой.

Разработанный аппарат по конструкции незначительно отличается от базового по конструктивным параметрам. Применение данной конструкции экономически оправдано в целом увеличением емкости аппарата.

### 6.2 Определение себестоимости и оптовой цены конструкции

Обоснование метода калькулирования себестоимости новой конструкции  
Дипломным проектом предполагается внесение незначительных изменений в имеющийся тип конструкции оборудования, поэтому себестоимость рассчитывают «методом коррективов».

Расчет материальных затрат в себестоимости новой конструкции

Исходными данными для расчета себестоимости новой конструкции является калькуляция себестоимости базовой (аналогичной конструкции), которая приведена в таблице 6.2.

Расчет материальных затрат ( $C_m$ ) выполняют по формуле:

$$C_m = C_m^0 \cdot G,$$

где

$C_m^0$  – удельные материальные затраты при изготовлении конструкции-аналога, грн./т,

$G$  – масса конструкции, что проектируется, 0,7 т.

Удельные материальные затраты по конструкции - аналога определяю по формуле:

$$C_m^0 = M^0 / G^0,$$

где:

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$M^0$ - материальные затраты в себестоимости конструкции-аналога, определяю в соответствии с калькуляцией себестоимости конструкции-аналога предприятия-изготовителя;

$G^0$ - масса конструкции-аналога, 0,6 т

Тогда  $C_m^0 = 69052 / 0,6 = 115087$  грн./т

$C_m = 9726 \cdot 0,7 = 80560$  грн

Расчет трудоемкости новой конструкции и основной заработной платы производственных рабочих

Расчет основной заработной платы производственных рабочих ( $C_3$ ) заносим в таблицу 6.1:

Таблица 6.1 – Основная заработная плата

№ п/п	Вид работ	Разряд	Часовая тарифная ставка	Трудо- емкость, н-час	Основная заработна я плата, грн.
1	2	3	4	5	6
1	Раскрой	4	18,94	102	1932
2	Гибка	4	18,94	219	4148
3	Сварка	5	19,05	189	3600
4	Сборка	4	18,94	63	1193
5	Строгание	4	18,94	108	2045
6	Точение	5	19,05	120	2286
7	Сверление	4	18,94	45	852
8	Фрезерование	5	19,05	86	1638
9	Покраска	4	18,94	48	909
	Итого			980	18603

Дополнительная заработная плата производственных рабочих определяется процентом от основной заработной платы. Процент дополнительной заработной платы

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

платы принимается в размере 16%. Тогда дополнительная заработная плата составляет:

$$18603 \cdot 0,16 = 2976 \text{ грн}$$

Отчисления на социальные нужды принимается в размере 22% от основной и дополнительной заработной платы, составляют:

$$(18603 + 2976) \cdot 0,22 = 4747 \text{ грн}$$

#### Расчет не прямых затрат

Затраты на подготовку и освоение производства новой техники определяются процентом от основной заработной платы основных производственных рабочих. Размер процента принимается на уровне 30%. Затраты по данной статье составляют:

$$18603 \cdot 0,3 = 5581 \text{ грн}$$

Затраты на специальный инструмент и оснастку, которая используется в производстве новой техники определяются процентом от основной заработной платы основных производственных рабочих. Размер процента принимается на уровне 25%. Затраты по данной статье составляют:

$$18603 \cdot 0,25 = 4651 \text{ грн}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяются процентом от основной заработной платы основных производственных рабочих. Размер процента принимается на уровне 250%. Затраты по данной статье составляют:

$$18603 \cdot 2,5 = 46507 \text{ грн}$$

Общепроизводственные затраты определяются процентом от основной заработной платы основных производственных рабочих. Размер процента принимается на уровне 80%. Затраты по данной статье составляют:

$$18603 \cdot 0,8 = 14882 \text{ грн}$$

Сумма выше рассчитанных затрат составляет производственную себестоимость новой конструкции:

$$98283 + 18603 + 2976 + 4747 + 5581 + 4651 + 46507 + 14882 = 196230 \text{ грн.}$$

Общехозяйственные затраты определяются процентом от основной заработной платы основных производственных рабочих. Размер процента принимаются на уровне 120%.

Затраты по данной статье составляют:

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$18603 \cdot 1,2 = 22324 \text{ грн}$$

Внепроизводственные затраты определяются процентом от производственной себестоимости новой конструкции. Размер процента принимается на уровне 3%. Затраты по данной статье составляют:

$$196230 \cdot 0,03 = 5887 \text{ грн}$$

Сумма выше рассчитанных затрат составляет полную себестоимость новой конструкции:

$$196230 + 22324 + 5887 = 224441 \text{ грн.}$$

Результаты расчета себестоимости новой конструкции заносим в таблицу 6.2.

Определение оптовой цены новой конструкции

Оптовая цена новой конструкции (без НДС) определяется по формуле:

$$Ц_n = C_n + П_n ,$$

где  $C_n$  – полная себестоимость новой конструкции;

$П_n$  – нормативная прибыль.

Нормативная прибыль определяется умножением полной себестоимости новой конструкции на норматив рентабельности. Норматив рентабельности принимается на уровне 25%.

Тогда  $П_n = 224441 \cdot 0,25 = 56110 \text{ грн}$

$$Ц_n = 224441 + 56110 = 280551 \text{ грн.}$$

Величина оптовой цены с учетом НДС для новой конструкции определяется как сумма оптовой цены (без НДС) и величины НДС. Норматив НДС определяется в соответствии с действующим законодательством и составляет 20%. Сумма  $НДС = 280551 \cdot 0,2 = 56110 \text{ грн}$

Тогда оптовая цена с учетом НДС составляет:

$$280551 + 56110 = 336661 \text{ грн.}$$

Результаты расчета оптовой цены проектируемой конструкции заносим в таблицу 6.2.

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.2 – Калькуляция себестоимости изделия

грн.

п/п	Статья затрат	Вариант	
		Базовый	Новый
1	2	3	4
1	Сырье и материалы	69052	80560
2	Полуфабрикаты и покупные изделия	13810	15562
6	Отходы (вычитаются)	6905	8056
7	Транспортно-заготовительные расходы	8286	9667
	<i>Всего прямые материальные затраты</i>	84243	98283
8	Основная заработная плата	2566	18603
9	Дополнительная заработная плата	411	2976
10	Единый социальный взнос	1101	4747
11	Затраты на подготовку и освоение производства	770	5581
12	Затраты на спецодежду и инструмент	642	4651
13	Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	6415	46507
14	Общепроизводственные затраты	2053	14882
	<b>Производственная себестоимость</b>	98201	196230
15	Общехозяйственные затраты	3079	22324
16	Другие расходы	-	-
17	Потери от брака	-	-
18	Внепроизводственные расходы (3% от производственной себестоимости)	2946	5887
	<b>Полная себестоимость</b>	104226	224441
	Прибыль	26057	56110
	Оптовая цена (без НДС)	130283	280551
	НДС	26057	56110
	Оптовая цена (с НДС)	156340	336661

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ

Лист

80



### 6.3 Определение экономического эффекта от производства и эксплуатации новой техники

Расчет капитальных затрат потребителя новой и базовой техники

Капитальные затраты потребителя новой техники включают прямые и сопутствующие капитальные затраты.

К прямым капитальным затратам относится стоимость оборудования , которая определена в сумме 336661 грн.

Определяем сопутствующие затраты:

1. Затраты на транспортировку оборудования =  $336661 \cdot 0,1 = 33666$  грн.

2. Затраты на фундамент и монтаж оборудования =  $336661 \cdot 0,3 = 100998$

грн

3. Затраты на коммуникации =  $336661 \cdot 0,2 = 67332$  грн.

4. Другие одnorазовые затраты =  $336661 \cdot 0,15 = 50500$  грн.

Тогда капитальные затраты потребителя новой техники составят:

$$K_2 = 336661 + 33666 + 100998 + 67332 + 50500 = 589157 \text{ грн.}$$

Капитальные затраты потребителя базовой техники включают прямые и сопутствующие капитальные затраты.

К прямым капитальным затратам относится стоимость оборудования , которая определена в сумме 156340 грн.

Определяем сопутствующие затраты:

1. Затраты на транспортировку оборудования =  $156340 \cdot 0,1 = 15634$  грн

2. Затраты на фундамент и монтаж оборудования =  $156340 \cdot 0,3 = 46902$

грн.

3. Затраты на коммуникации =  $156340 \cdot 0,2 = 31268$  грн.

4. Другие одnorазовые затраты =  $156340 \cdot 0,15 = 23451$  грн.

Тогда капитальные затраты потребителя базовой техники составят:

$$K_1 = 156340 + 15634 + 46902 + 31268 + 23451 = 273595 \text{ грн.}$$

Расчет годовых эксплуатационных затрат потребителя новой и базовой техники

Годовые эксплуатационные затраты потребителя новой техники следующие:

- На заработную плату обслуживающего персонала ;
- На текущий ремонт оборудования;
- На амортизационные отчисления;
- На греющий пар;
- На электроэнергию.

Затраты по заработной плате обслуживающего персонала с учетом отчислений на социальные нужды рассчитывают по формуле:

$$З_o = Ч_{оп} * С_ч * \Phi_o * K_{доп} * (1 + K_{соц}),$$

где  $Ч_{оп}$  - численность обслуживающего персонала, чел.

$С_ч$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, грн.

$\Phi_o$  – годовой действительный фонд времени одного рабочего, час.

Принимаем в среднем на уровне 1860 часов.

$K_{доп}$  - коэффициент доплат к прямой заработной плате, принимаем в размере 1,22 (по данным потребителя).

$K_{соц}$  - коэффициент отчислений на социальные нужды, определяется в соответствии с действующим законодательством и принимается в размере 0,22 (по данным потребителя).

Для обслуживания оборудования в цехе используются следующие вспомогательные рабочие (по данным потребителя):

- Слесарь 6 р. – 1 чел. Часовая тарифная ставка - 20,74 грн.
- Слесарь 5 р. – 3 чел. Часовая тарифная ставка - 19,73 грн.
- Слесарь 4 р. – 1 чел. Часовая тарифная ставка – 18,56 грн.
- Слесарь КИП 5 р. – 3 чел. Часовая тарифная ставка - 19,73 грн.

Тогда

$$З_o = (20,74 \cdot 1 + 19,73 \cdot 3 + 18,56 \cdot 1 + 19,73 \cdot 3) \cdot 1,22(1 + 0,22) \cdot 1860 = 436525 \text{ грн}$$

Но так как вышеперечисленные вспомогательные рабочие обслуживают и все оборудование цеха – потребителя, то тогда сумма заработной платы с единым социальным взносом только для новой техники (реактора) будет рассчитываться по формуле:

$$З_{он} = Ц_n * З_o / C_{общ}$$

Где,  $C_{общ}$  - стоимость всего оборудования цеха грн. (согласно данным потребителя составляет 35056366 грн с учетом новой техники)

$$З_o = 336661 \frac{436525}{35056366} = 4192 \text{ грн}$$

Затраты на текущий ремонт нового оборудования определяют процентом от его стоимости, который принимают в размере 6%.

Тогда затраты на текущий ремонт новой техники составляют:

$$336661 \cdot 0,06 = 20200 \text{ грн}$$

Годовые амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = K * N_A / 100,$$

где  $K$  - прямые и сопутствующие капитальные затраты потребителя новой техники;

$N_A$  - годовая норма амортизационных отчислений, принимают в размере 11%.

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тогда  $A = 589157 \cdot 0,11 = 65907$  грн

Затраты на обогрев аппарата паром

$$C_{ож} = C_{ож} \cdot P_{ож} ,$$

где  $C_{ож}$ - цена за единицу водяного пара составит 0,87 грн.;

$P_{ож}$ - годовая потребность в паре, м<sup>3</sup>.

Тогда годовая потребность пара будет:

$$P_{ож} = P_c \cdot T_r$$

Где:  $P_c$  - Потребность пара в сутки для нового оборудования, составляет 125 м<sup>3</sup>;

$T_r$  - годовой действительный фонд времени нового варианта, равна 251 суток

$$125 \cdot 251 = 31375 \text{ м}^3,$$

Затраты на пар составят:

$$C_{ож} = 31375 \cdot 0,87 = 27296 \text{ грн}$$

Затраты на электроэнергию, которая используется оборудованием, определяют по формуле:

$$C_{э2} = N_m \cdot T_d \cdot B ,$$

где  $N_m$  – мощность оборудования, 8 кВт-час ;

$T_d$  – действительный фонд времени работы, 6024;

$B$  – тариф на электроэнергию, внутри заводская согласно данным потребителя составит 0,71 грн./кВт-час;

Тогда

$$C_{э2} = 8 \cdot 6024 \cdot 0,71 = 14458 \text{ грн}$$

Тогда годовые эксплуатационные затраты потребителя новой техники будут:

$$C_2 = 4192 + 20200 + 65907 + 27296 + 14458 = 132053 \text{ грн.}$$

Годовые эксплуатационные затраты потребителя базовой техники следующие:

- На заработную плату обслуживающего персонала ;
- На текущий ремонт оборудования;
- На амортизационные отчисления;
- На греющий пар;
- На электроэнергию.

Затраты по заработной плате обслуживающего персонала с учетом отчислений на социальные нужды рассчитываю по формуле. Для обслуживания оборудования в цехе принимаются следующие вспомогательные рабочие (по данным потребителя):

- Слесарь 6 р. – 1 чел. Часовая тарифная ставка-20,74 грн.

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Слесарь 5 р. – 3 чел. Часовая тарифная ставка-19,73 грн.
- Слесарь 4 р. – 1 чел. Часовая тарифная ставка-18,56 грн.
- Слесарь КИП 5 р. – 3 чел. Часовая тарифная ставка-19,73 грн.

Тогда  $Z_0 = (20,74 \cdot 1 + 19,73 \cdot 3 + 18,56 \cdot 1 + 19,73 \cdot 3) \cdot 1,22(1 + 0,22) \cdot 1860 = 436525$  грн

Но так как вышеперечисленные вспомогательные рабочие обслуживают и другое оборудование цеха то тогда сумма заработной платы с единым социальным взносом только для базовой техники (данного аппарата) будет рассчитываться по формуле с учетом стоимости всего оборудования цеха - потребителя базовой техники (по данным потребителя 2965731 грн):

$$Z_0 = 156340 \frac{436525}{2965731} = 2350 \text{ грн}$$

Затраты на текущий ремонт базового оборудования определяю процентом от его стоимости, который принимаю в размере 12%.

Тогда затраты на текущий ремонт базовой техники составляют:

$$156340 \cdot 0,12 = 18760 \text{ грн}$$

Годовые амортизационные отчисления определяю по формуле:

$$A = K \cdot H_A / 100,$$

где K- прямые и сопутствующие капитальные затраты потребителя базовой техники;

$H_A$ - годовая норма амортизационных отчислений, принимается в размере 11%.

Тогда,

$$A = 273595 \cdot 0,11 = 30095 \text{ грн}$$

Затраты на пар определяем по формуле. Потребность в паре в сутки составляет  $158 \text{ м}^3$  для базового оборудования. А стоимость внутри заводской энергии согласно данным потребителя равна 0,87 грн. за  $1 \text{ м}^3$ .

Тогда годовая потребность в паре будет:

$$158 \cdot 251 = 39658 \text{ м}^3,$$

Затраты на пар составят:

$$C_{\text{ож}} = 39658 \cdot 0,87 = 34502 \text{ грн},$$

Затраты на электроэнергию, которая используется оборудованием, для подачи пара в базовую технику, определяют по формуле:

$$C_{32} = 7 \cdot 6024 \cdot 0,54 = 22770 \text{ грн}$$

Тогда годовые эксплуатационные затраты потребителя базовой техники будут

$$C_1 = 2350 + 18760 + 30095 + 34502 + 22770 = 108477 \text{ грн.}$$

Обеспечение сопоставимости вариантов

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Провожу расчеты для сопоставления вариантов базовой и новой техники. Приведение в сопоставимый вид эксплуатационных (текущих) и капитальных затрат по вариантам по производительности в год проводят по формулам:

Производительность в год определяю по формулам:

$$B_1 = N_1 * T_{д1}$$

$$B_2 = N_2 * T_{д2},$$

где  $N_1, N_2$  - производительность в сутки техники соответственно базового и варианта, что проектируется, кг/с,

$P_1 = 20$  тис детонаторов на (по данным потребителя),  $P_2 = 25$  тис детонаторов по новой технологии.

$T_{д1}, T_{д2}$  - годовой действительный фонд времени соответственно базового и варианта, что проектируется, суток.

$$T_{д1} = (T_1 - T_{01} - T_{тех}) / 24$$

$$T_{д2} = (T_2 - T_{02} - T_{тех}) / 24,$$

где  $T_1, T_2$  - календарное время для базового и нового вариантов, 8784 часа ;  
 $T_{01}, T_{02}$  - время остановки оборудования на ремонт для базового и нового вариантов;

$T_{тех}$  - время на технологические простои, 864 часа (3 суток в месяц).

По заводским данным межремонтный цикл оборудования составляет:

капитальный ремонт ( $\Pi$ ) - 17280 часов;

текущий ремонт ( $\Pi_T$ ) - 1440 часа.

Количество капитальных ремонтов в течение ремонтного цикла:

$$a_k = \Pi / \Pi = 17280 / 17280 = 1;$$

Количество текущих ремонтов в течение ремонтного цикла:

$$a_T = \Pi / \Pi_T - a_k = 17280 / 1440 - 1 = 11.$$

Определим количество ремонтов в год ( $A$ ) по формуле:

$$A = (T * K_{и} * a) / \Pi,$$

где  $K_{и} = 1$  - коэффициент использования оборудования при непрерывном процессе работы.

По данным потребителя время простоя оборудования при капитальном ремонте - 129 часов, а при текущих ремонтах - 38 часов.

$$A_k = (8784 * 1 * 1) / 17280 = 0,51;$$

$$A_T = (8784 * 1 * 11) / 17280 = 5,59.$$

Таким образом в год необходимо планировать 1 капитальных ремонтов и 5 текущих ремонтов.

$$\text{Тогда } T_{01} = T_{02} = 129 + 38 * 5 = 319 \text{ час}$$

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{д1}=(8784-319-864)/24=317 \text{ суток,}$$

$$T_{д2}=(8784-319-864)/24=317 \text{ суток,}$$

Следовательно,

$$B_1 = 20000 * 317 = 6340000 \text{ шт}$$

$$B_2 = 25000 * 317 = 7925000 \text{ шт.}$$

Расчет показателей экономической эффективности новой техники

Годовую экономию потребителя от внедрения новой техники определяю по формуле:

$$E_{эк} = (C_{1т} - C_{2т}) * B_2 ,$$

где  $C_{1т}$ ,  $C_{2т}$  – удельные текущие затраты (эксплуатационные) на содержание и эксплуатацию соответственно базовой и новой техники, определяю по формулам:

а) базовый вариант

$$C_{1т} = C_1 / B_1$$

б) новый вариант

$$C_{2т} = C_2 / B_2,$$

где  $C_1$ ,  $C_2$  – текущие затраты (эксплуатационные) на содержание и эксплуатацию техники соответственно по базовому и новому вариантам;

$B_1$ ,  $B_2$  – производительность в год, что выполняется соответственно базовой и новой техникой.

Следовательно,

$$C_{1т} = 108477 / 6340000 = 0,03 \text{ грн.}$$

$$C_{2т} = 132053 / 7925000 = 0,015 \text{ грн.}$$

Тогда

$$E_{эк} = (0,03 - 0,015) * 7925000 = 184875 \text{ грн.}$$

Годовой экономический эффект потребителя от внедрения новой техники определяют по формуле:

$$E_{эф} = E_{эк} - \Delta K * E_n ,$$

где  $\Delta K$  – дополнительные капитальные затраты, связанные с приобретением и введением в эксплуатацию новой техники, определяют по формуле:

$$\Delta K = K_2 - K_1 ,$$

где  $K_2$  – капитальные затраты, связанные с приобретением и введением в эксплуатацию новой техники, грн.;

					ХТМ-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$E_n$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений, принимаю на уровне действующей банковской процентной депозитной ставки для юридических лиц в размере 12%.  
 $\Delta K = 589157 - 273595 = 315562$  грн.

Тогда

$$E_{эф} = 184875 - 315562 \cdot 0,12 = 147107 \text{ грн}$$

Коэффициент экономической эффективности новой техники определяют по формуле:

$$K_{эф} = E_{эк} / K_2$$

$$K_{эф} = 147107 / 589157 = 0,3$$

Срок окупаемости капитальных затрат потребителя новой техники определяют по формуле:

$$T_{ок} = K_2 / E_{эк}$$

$$T_{ок} = 589157 / 184875 = 3,2 \text{ года}$$

Рентабельность новой техники определяют по формуле:

$$P = E_{эф} / K_2 \cdot 100\%$$

$$P = 147107 / 589157 \cdot 100 = 25\%$$

Результаты расчетов экономической эффективности новой техники приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Показатели экономической эффективности новой техники

Наименование показателя	Значение
1	2
Годовая экономия потребителя на эксплуатационных затратах , грн.	184875
Годовой экономический эффект потребителя , грн.	147107
Коэффициент экономической эффективности	0,3
Срок окупаемости капитальных затрат потребителя, лет	3,2
Рентабельность новой техники, %	25

Выводы:

1. Капитальные затраты , вложенные в новую технику , окупятся за 3,2 года за счет экономии от внедрения новой техники.
2. Рассчитанный коэффициент экономической эффективности  $K_{эф} = 0,3$  показывает, что каждая гривна вкладываемых капитальных затрат в новую технику ежегодно обеспечит экономию от снижения затрат на 15 коп.
3. Рассчитанный коэффициент экономической эффективности  $K_{эф} = 0,3$  больше принятого нормативного коэффициента сравнительной экономической эффективности  $E_n = 0,12$ , значит, капитальные вложения в новую технику являются эффективными.

Поэтому проектируемая новая техника является экономически целесообразной.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



### Технико-экономические показатели новой техники

Наименование показателя	Показатели оборудования по вариантам	
	базовый	новый
<b>Показатели назначения</b>		
Производительность в сутки, л тис	20	25
Производительность в год, л тис	6340	7925
<b>Показатели технического уровня</b>		
Масса конструкции, т	0,6	0,7
Объем аппарата, м <sup>3</sup>	0,5	0,25
<b>Экономические показатели</b>		
Оптовая цена, грн.	156340	336661
Капитальные затраты потребителя, грн.	273595	589157
Эксплуатационные затраты потребителя, грн., в том числе:	108477	132053
- заработная плата обслуживающего персонала	2350	4192
- текущий ремонт оборудования	18760	20200
- амортизационные отчисления	30095	65907
- затраты на энергоресурсы	22770	14458
Годовая экономия потребителя на эксплуатационных затратах, грн.	-	184875
Годовой экономический эффект потребителя, грн.	-	147107
Коэффициент экономической эффективности	-	0,3
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	3,2
Рентабельность, %	-	25

## Выводы

В данном дипломном проекте была разработана установка для производства бензилового спирта.

В первом разделе описано технико-экономический анализ.

Во втором, технологическая часть – описаны физико-химические свойства продукта и процесса. Также описан технологический процесс и основное оборудование. Приведены технологические расчеты, необходимые для проектирования промышленного объекта.

В разделе автоматика и автоматизация технологического процесса приведен анализ состояния автоматизации, выбор и обоснование параметров контроля.

В разделе охрана труда предоставлен анализ потенциальных опасностей возникающих в процессе, требования к охране труда и технике безопасности, а также требования предприятия к самому производству.

В разделе строительно-монтажная часть обоснования компоновки оборудования, и рекомендации по проведения монтажно-ремонтных работ.

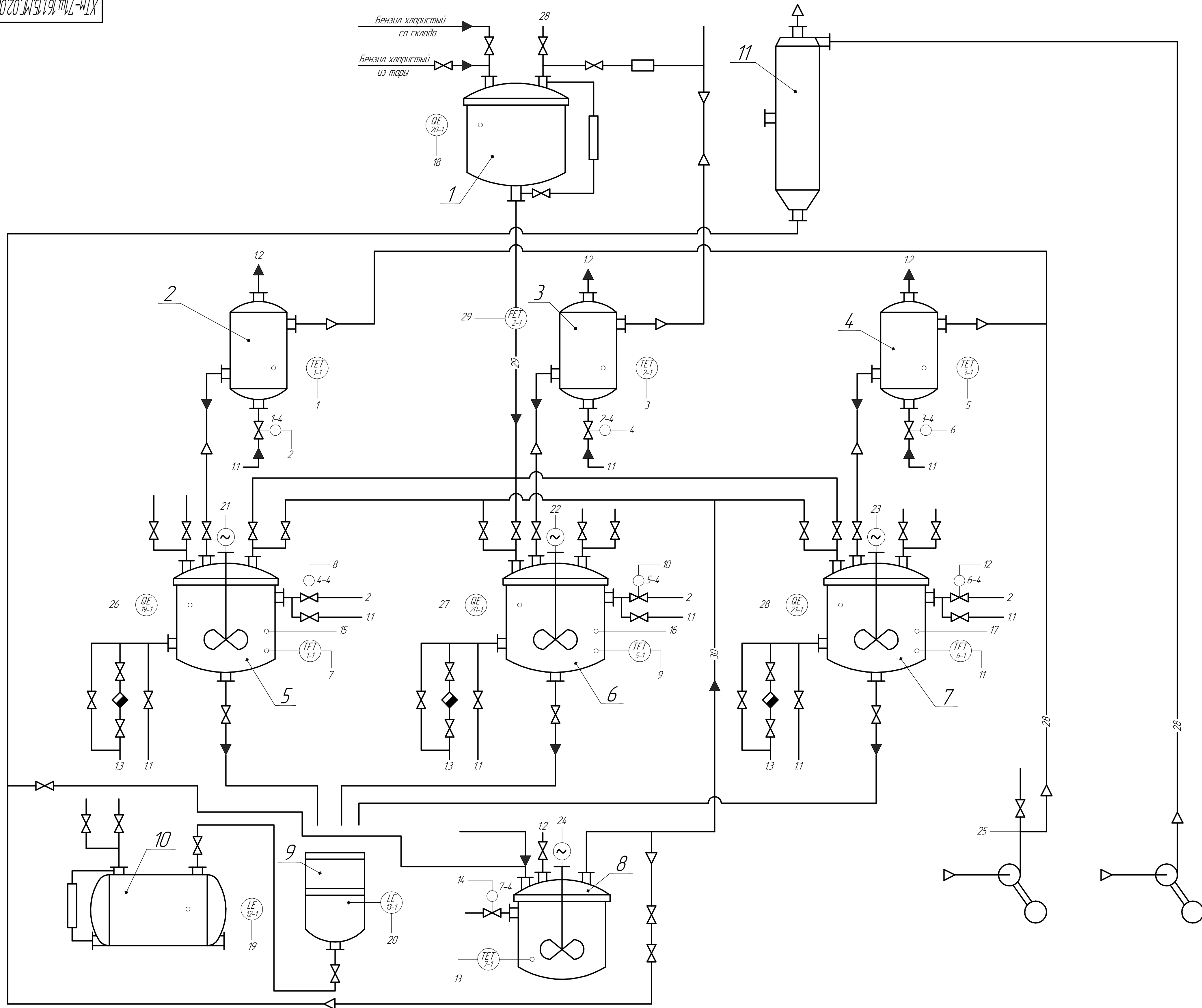
В разделе экономическая часть анализ существующей конструкции, рассчитана себестоимость конструкции и рассчитан экономический эффект от производства.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЛИТЕРАТУРА

1. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической технологии / Плановский А. Н., Рам В. М., Каган С. З. – Москва: Химия, 1968, 848 с.
2. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. / Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. – Ленинград: Химия, 1987, 576 с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи / Соколов В.Н. – Ленинград: Машиностроение, 1982, 384 с.
4. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию / Дытнерский Ю. И. - Москва, Химия: 1983, 272 с.
5. Генкин А. Э. Оборудование химических заводов. / Генкин А. Э. - Москва, Высшая школа: 1978, 272 с.
6. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи / Михалев М. Ф. - Ленинград, Машиностроение: 1984, 301 с.
7. Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии / Иоффе И. Л. - Ленинград, Химия: 1991, 352 с.
8. Лащинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов, Справочник / Лащинский А. А. - Ленинград, Машиностроение: 1981, 382 с.
9. Стабников В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / Стабников В. Н. - Москва, Легкая и пищевая промышленность: 1983, 328 с.
10. Бакластов А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / Бакластов А. М. - Москва, Энергия: 1970, 568 с.
11. Лащинский А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник / Лащинский А. А., Толчинский А. Р. - Ленинград, Машиностроение: 1970, 752 с.
12. Исагулянц, В. И. Синтетические душистые вещества / В. И. Исагулянц. – Ереван: АН АССР, 1946. – 881 с.
13. Гайле А.А. Варшавский О.М. Ароматические углеводороды: Выделение, применение, рынок. Справочник. – СПб. / Гайле А.А., Сомов В.Е., Варшавский О.М.: Химиздат, 2000. – 544 с.
14. Брюсова Л.Я. Химия и технология синтетических душистых веществ. М. Пищепромиздат: 1947 - 1948г. 536с.

					ХТм-71ш.161.15.МР.01.00.00.00 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Обозначение	Наименование
_____ 11 _____	Вода прямая
_____ 12 _____	Вода обратная
_____ 13 _____	Конденсат
_____ 2 _____	Пар
_____ 31 _____	Воздушка
_____ 28 _____	Вакуум
_____ 29 _____	Хлористый бензил
_____ 30 _____	Содовый раствор

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		15°	Управление	15°	Управление	15°	Управление	100	Управление	100	Управление	100	Управление	10°	Управление	01 МПа	01 МПа	01 МПа	2 М	2 М	2 М	60 об/мин	60 об/мин	60 об/мин	60 об/мин	-01 мс/см²	0,3 %	0,3 %	0,3 %	300 г/час
Приборы по месту																<div>PI 8-1</div>	<div>PI 9-1</div>	<div>PI 10-1</div>	<div>LI 11-2</div>	<div>LI 12-2</div>	<div>LI 13-2</div>				<div>PI 18-1</div>					
Приборы на шпите		<div>TIK 1-2</div> <div>TI 1-3</div>	<div>TIK 2-2</div> <div>TI 2-3</div>	<div>TIK 3-2</div> <div>TI 3-3</div>	<div>TIK 4-2</div> <div>TI 4-3</div>	<div>TIK 5-2</div> <div>TI 5-3</div>	<div>TIK 6-2</div> <div>TI 6-3</div>	<div>TIK 7-2</div> <div>TI 7-3</div>	<div>PIR 8-2</div>	<div>PIR 9-2</div>	<div>LIR 10-2</div>	<div>LIR 11-3</div>	<div>LIR 12-3</div>	<div>LIR 13-3</div>	<div>SIC 14-1</div>	<div>SIC 15-1</div>	<div>SIC 16-1</div>	<div>SIC 17-1</div>	<div>PIR 18-2</div>	<div>GIR 19-2</div>	<div>GIR 20-2</div>	<div>GIR 21-2</div>	<div>PIR 22-2</div>							

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		Мерник хлористого бензила		
2,3,4		Холодильник	3	
5,6,7		Реактор синтеза	3	
8		Реактор содового раствора	1	
9		Нутч-фильтр	1	
10		Сдвигатель спирта	1	
11		Адсорбер		

						ХТм-71ш.161.15.МГ.02.00.00.00 АС		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Автоматизация процесса получения бензилового спирта		
Разработ.	Осадачу В.В.					Лист	Масса	Масштаб
Проб.	Середа В.И.							
Т.контр.						Схема функциональная		
						Лист	Листов 1	
И.контр.						ШМ сум ГЧ		
Утв.						ХТм-71ш		

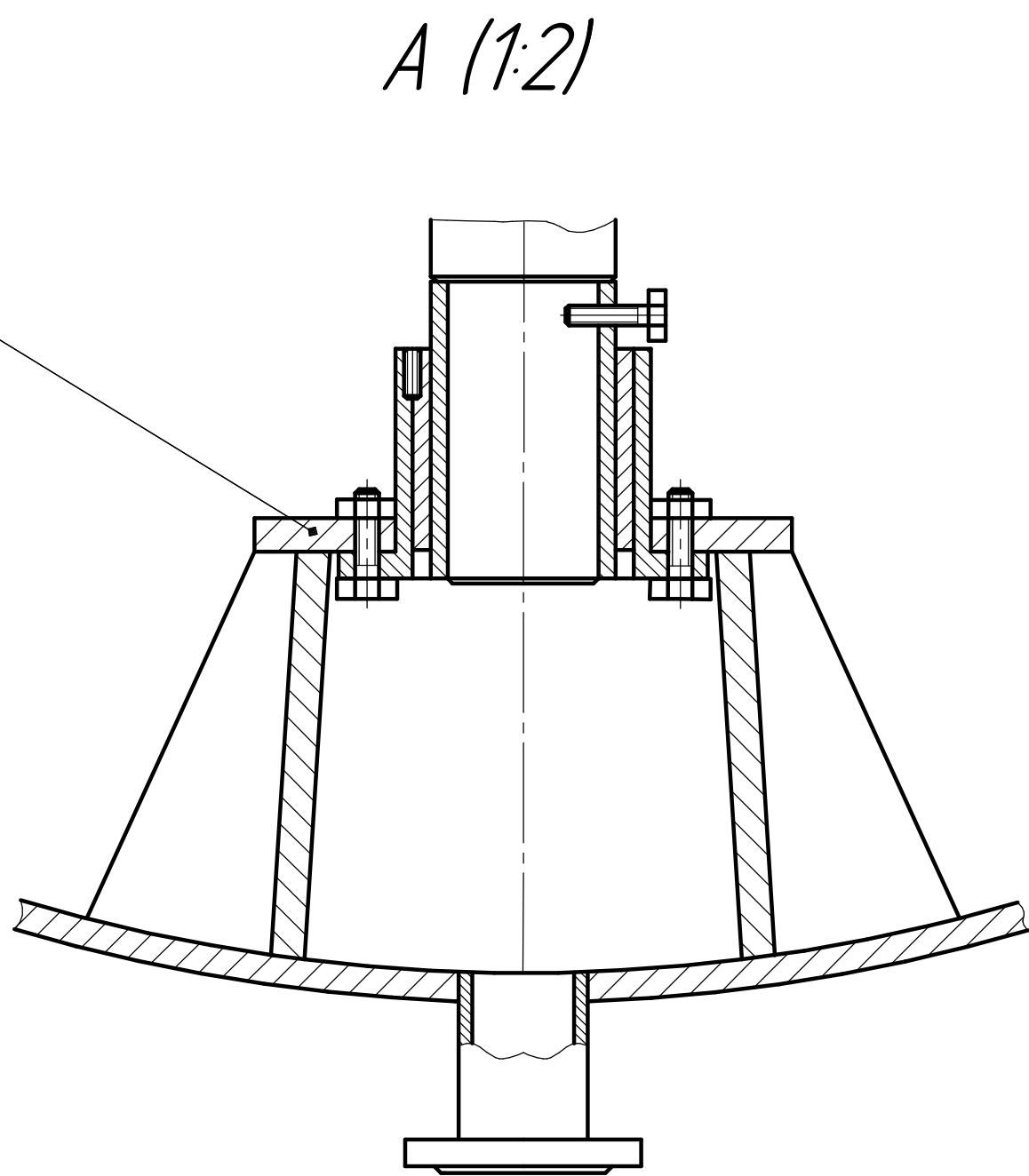
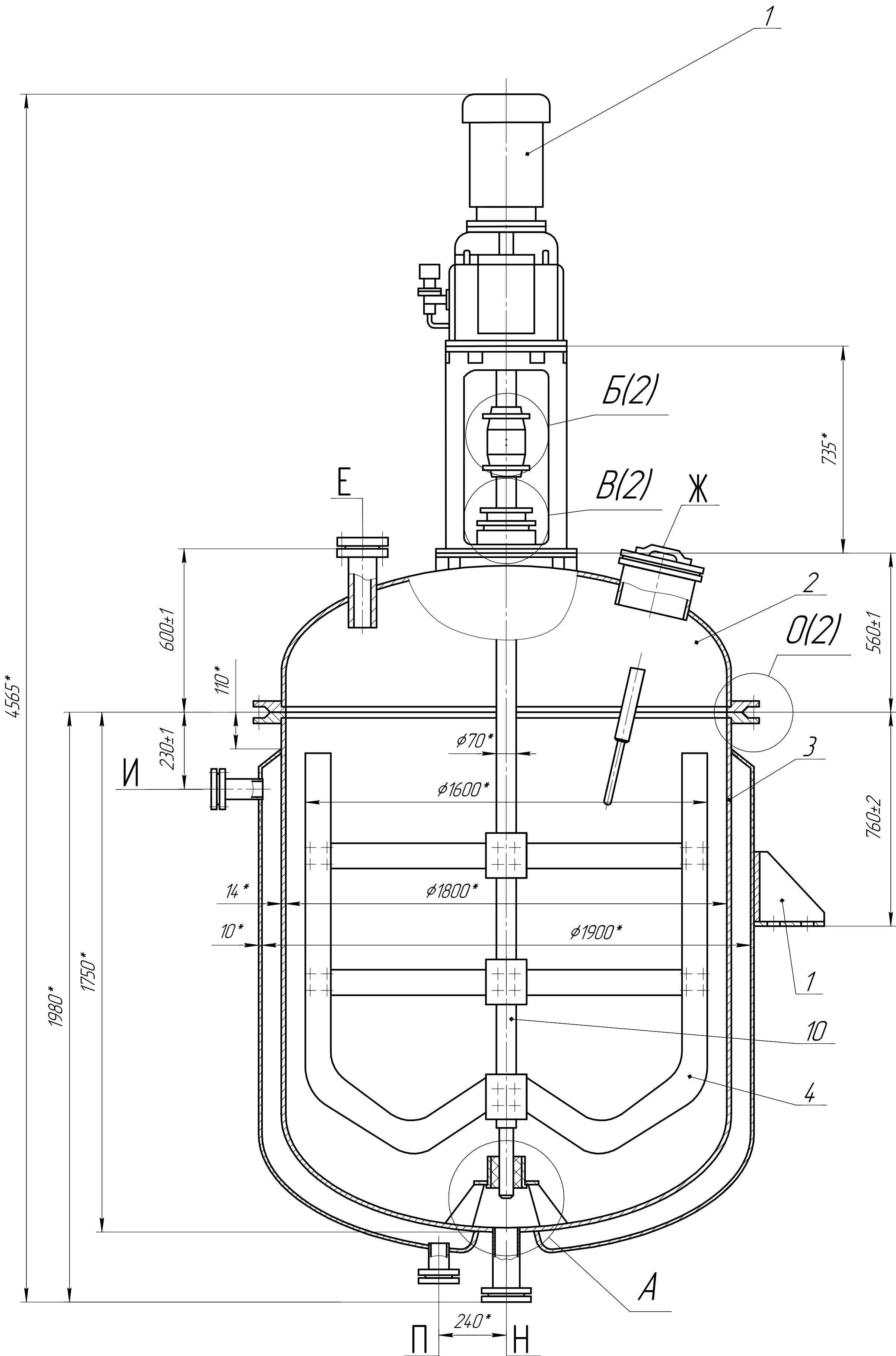


Таблица штуцеров

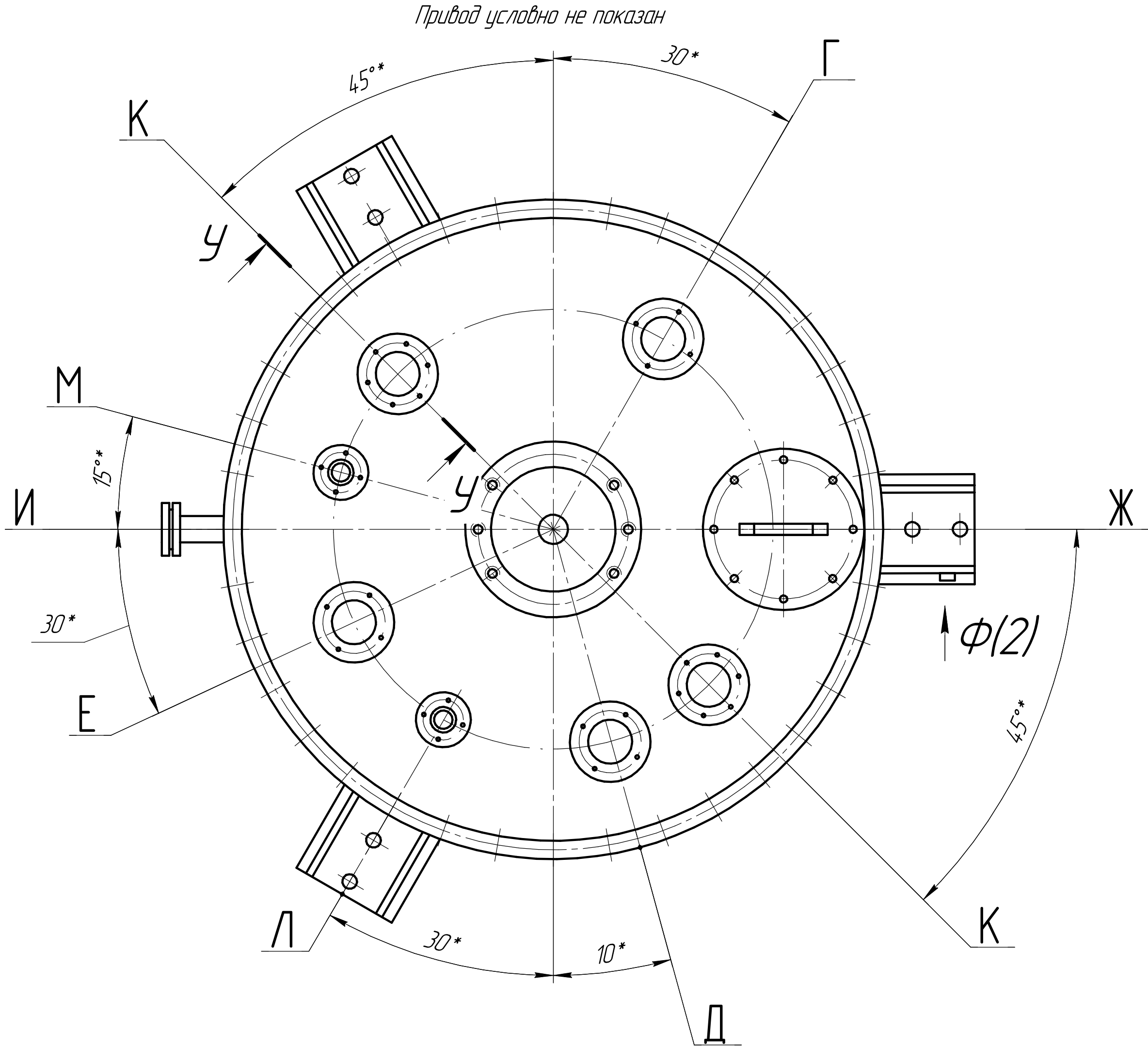
Обозначение	Наименование	Кол.	Проход условный $D_y$ , мм	Давление условное $P_y$ , МПа
Г	Вход продукта	1	100	0,25
Д	Технологический	1	70	0,25
Е	Резервный	1	100	0,25
Ж	Люк	1	250	0,25
И	Для теплоносителя	2	50	0,25
К	Окно смотровое	2	100	0,25
Л	Для гильзы термометра	1	50	0,25
М	Технологический	1	50	0,25
Н	Выход продукта	1	70	0,25
П	Для теплоносителя	1	50	0,25
Р	Вход охлаждающей жидкости	1	15	0,16
С	Выход охлаждающей жидкости	1	15	0,16
Т	Ввод смазывающего материала	1	M10x1	0,3

Техническая характеристика

- Аппарат предназначен для омыления бензила хлористого
- Объем, м<sup>3</sup>:  
номинальный – 5  
рабочий – 3,75
- Поверхность теплообмена, м<sup>2</sup> – 10,1
- Давление рабочее, МПа:  
в аппарате – 0,11  
в рубашке – 0,25
- Температура рабочая, °C:  
в аппарате – 104  
в рубашке – 127
- Среда:  
в аппарате – пожароопасная, токсичная  
в рубашке – неагрессивная
- Привод 2–4–6,6.

Технические требования

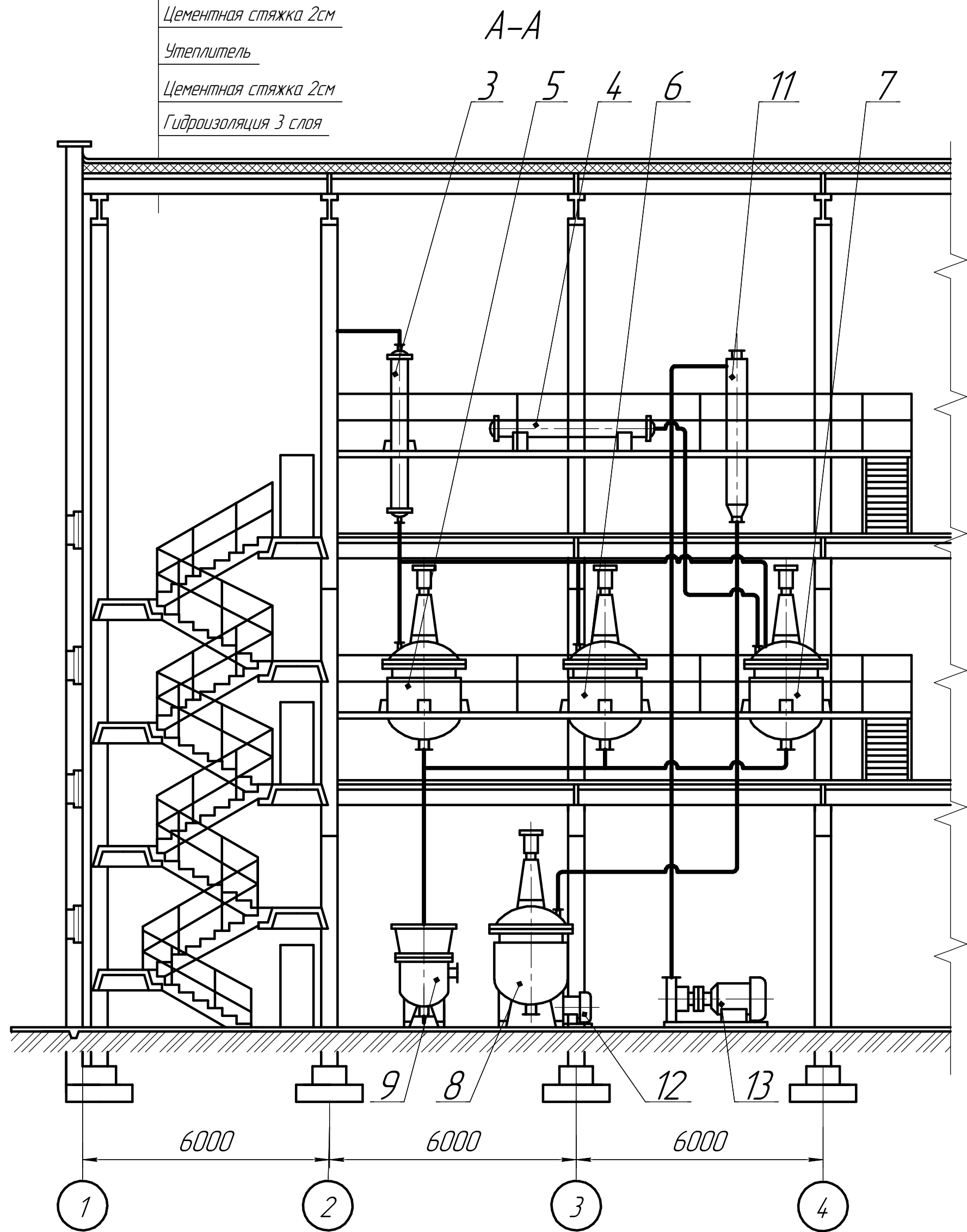
- Швы сварных соединений выполнять по ГОСТ 14 771–75 и ГОСТ 5264–80. Сварные швы, соприкасаются с продуктом, зачистить и полировать с шероховатостью  $\sqrt{Ra}$  0,125.
- Внутренние поверхности аппарата, штуцеров, наружные поверхности вала и мешалки, соприкасающиеся с продуктом полировать с шероховатостью  $\sqrt{Ra}$  0,125.
- Аппарат испытать на прочность и плотность пробным гидравлическим давлением 0,15 МПа.
- Рубашку испытать на прочность и плотность пробным гидравлическим давлением 0,3 МПа.
- Аппарат заземлить в соответствии с требованиями ПУЭ и "Правил защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности".
- Привод на плане условно снят.
- \*Размер для справок.



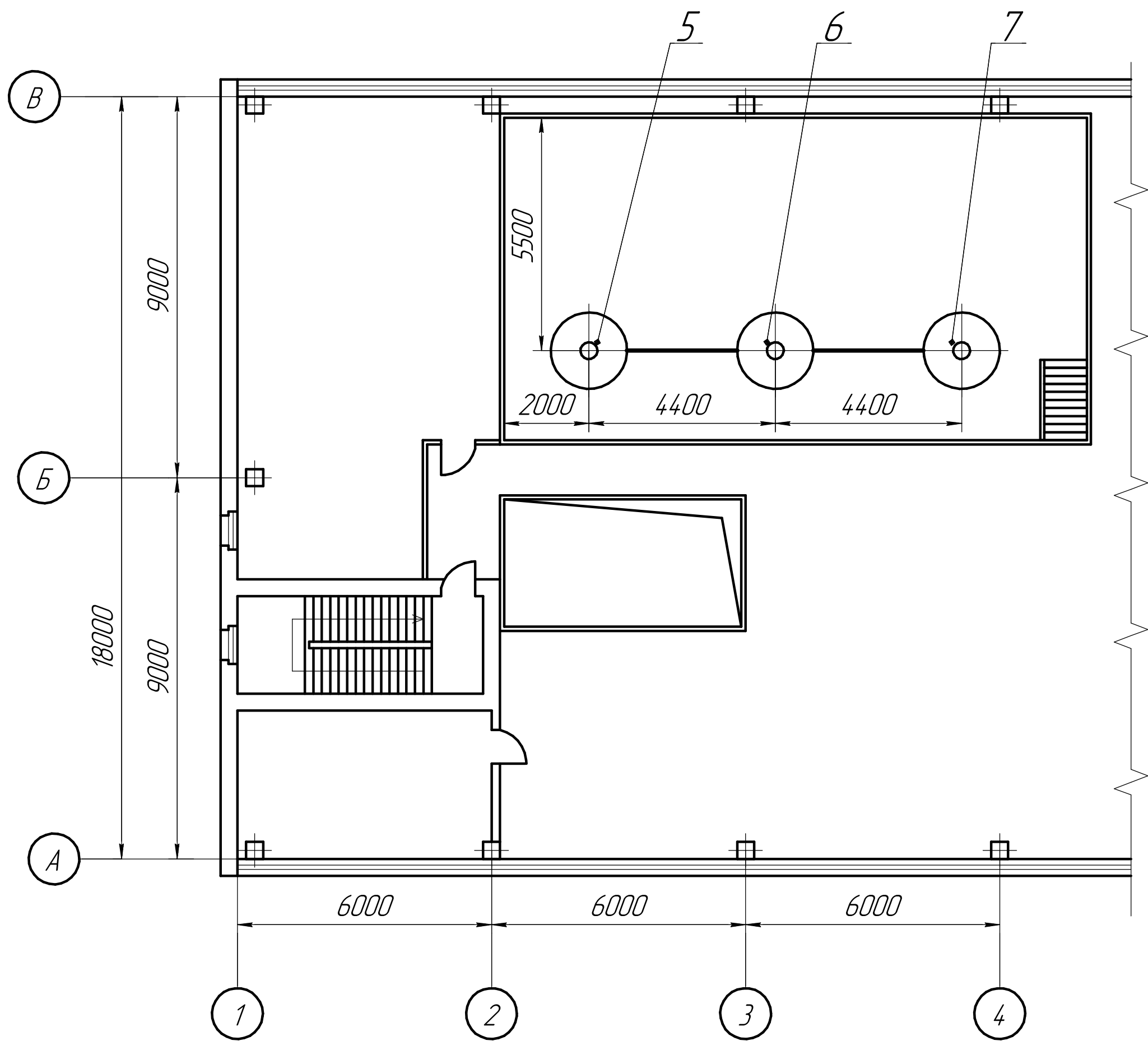
ХТМ-71ш.161.15.МГ.01.00.00.00 СБ				Реактор			Лист	Масса	Масштаб
Сборочный чертеж				1:10			Лист	Листов	1
ШИИ Сум ГУ									

ХТМ-71ш.16.115.МГ.03.00.00.00 КР

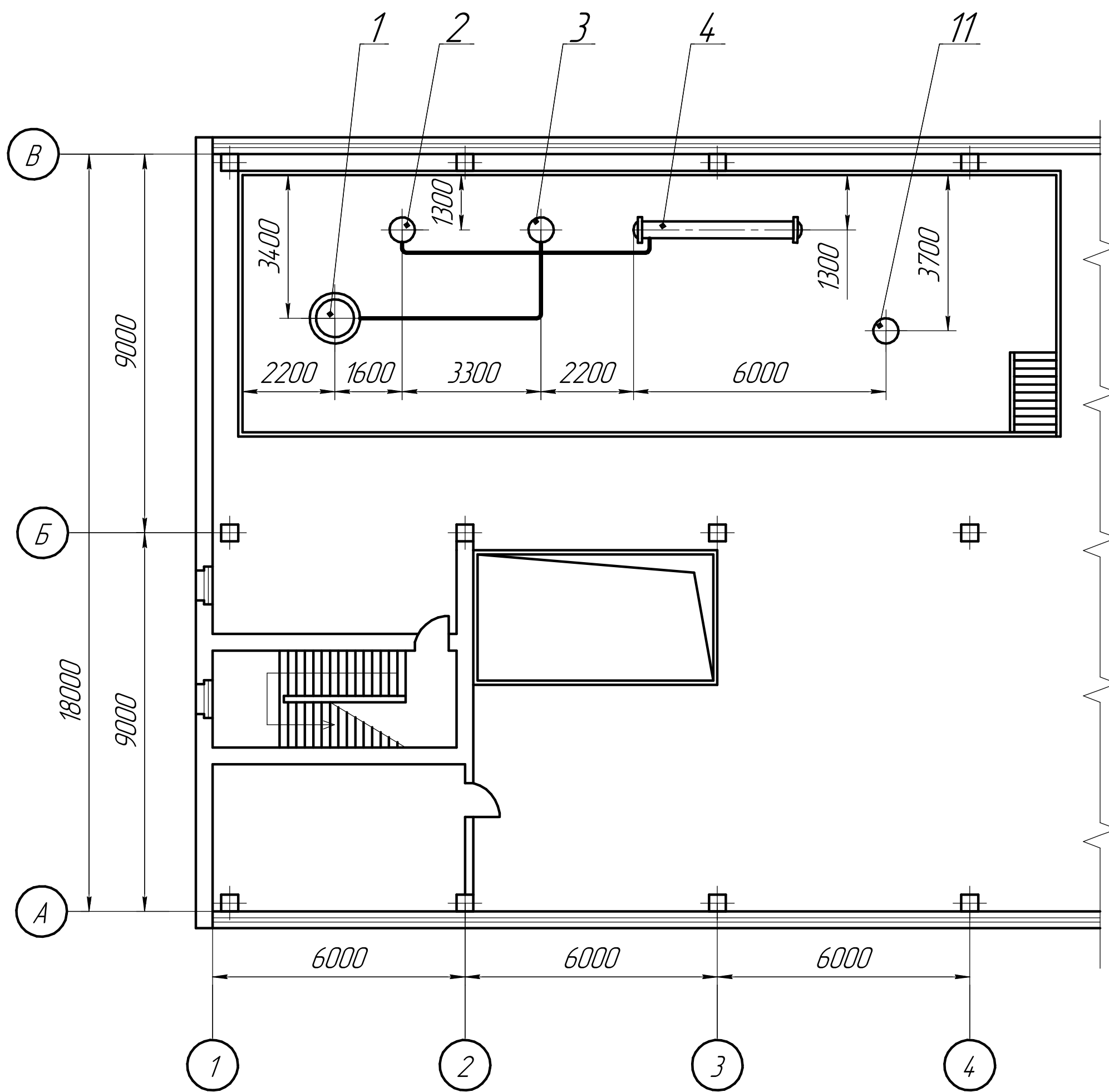
Ж/б плиты  
Цементная стяжка 2см  
Утеплитель  
Цементная стяжка 2см  
Гидроизоляция 3 слоя



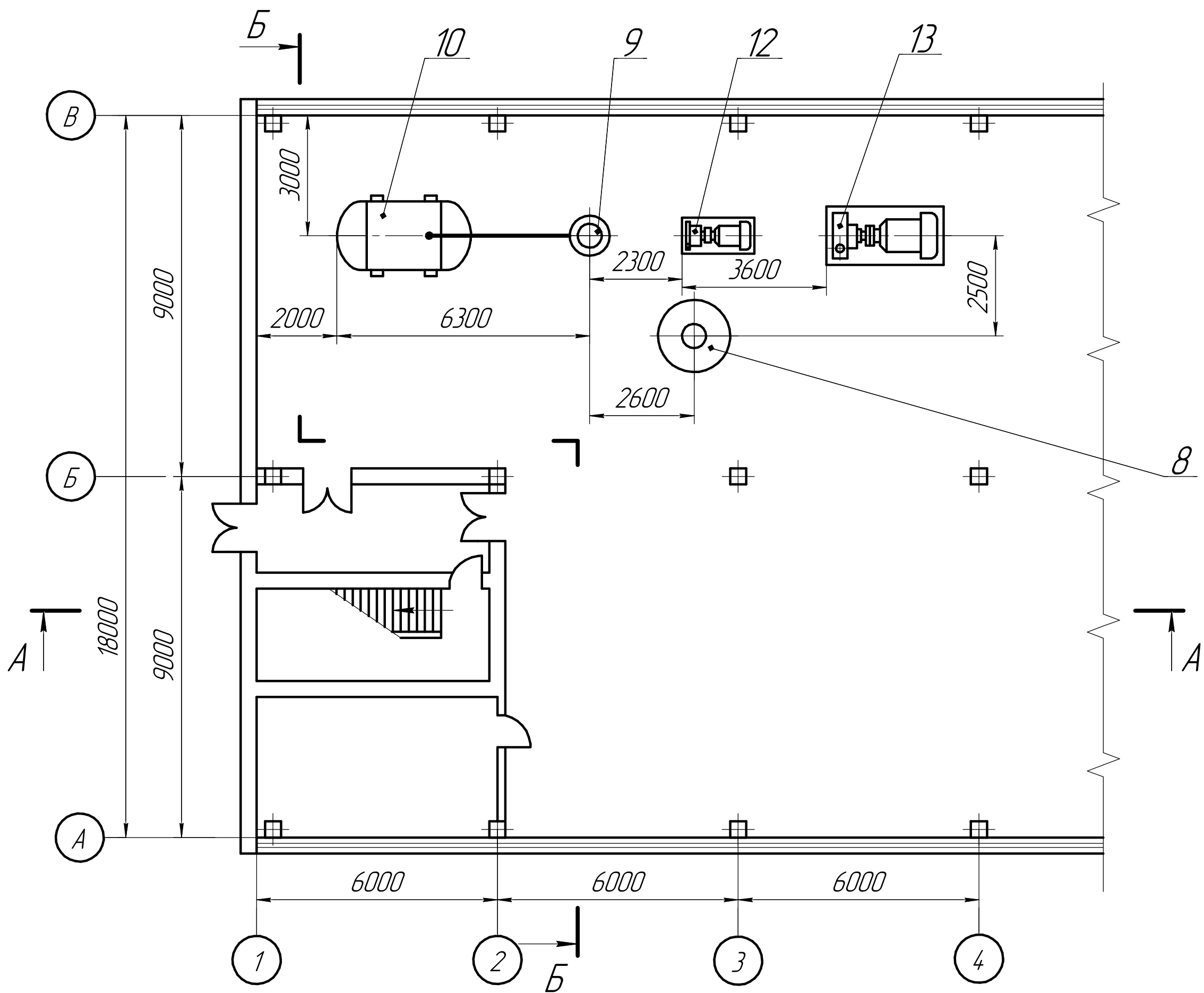
План на отметке +7,700



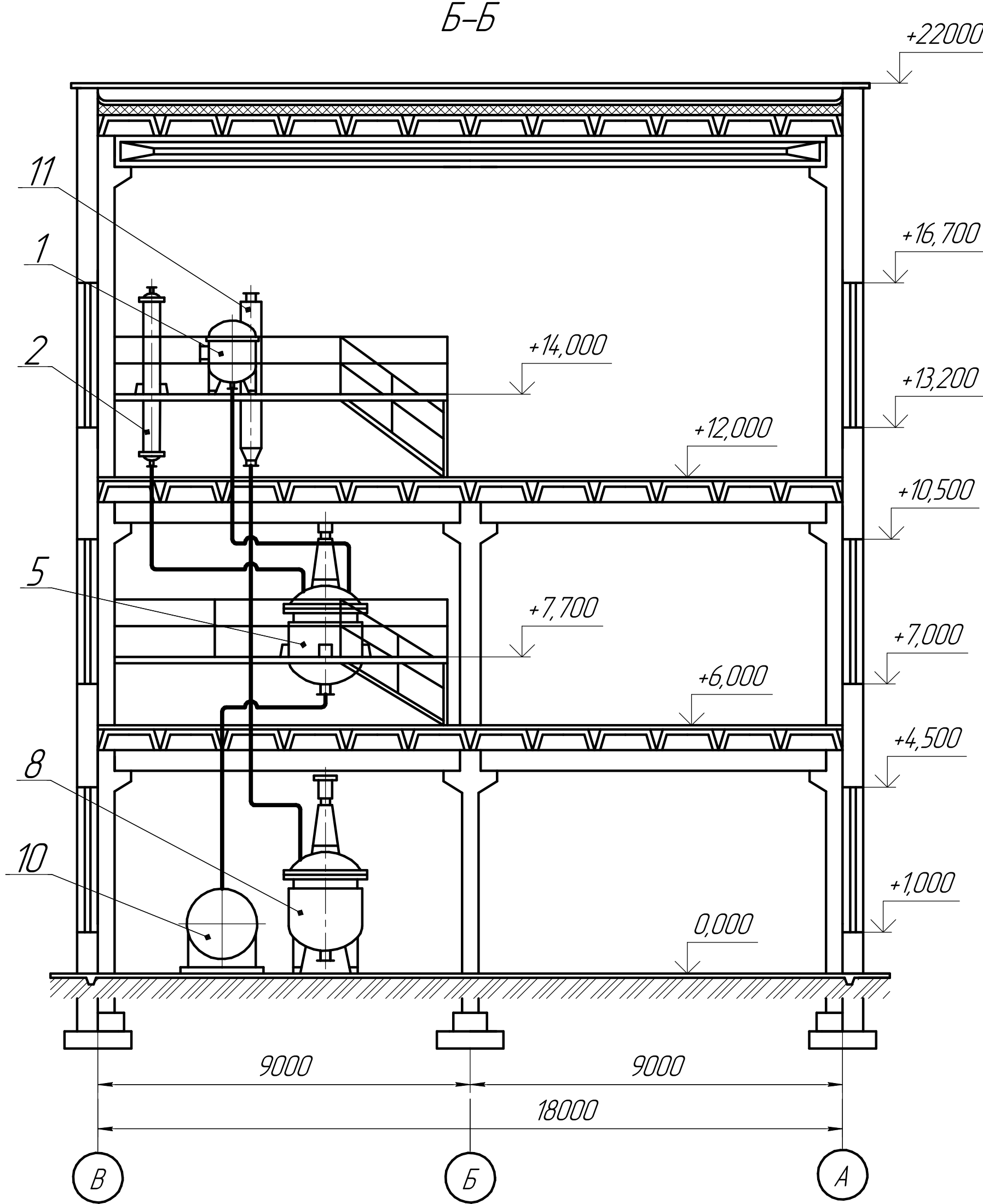
План на отметке +14,000



План на отметке ±0,000



Б-Б



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		Мерник бензила хлористого	1	
2		Холодильник	1	
3		Холодильник	1	
4		Холодильник	1	
5		Реактор синтеза	1	
6		Реактор синтеза	1	
7		Реактор синтеза	1	
8		Реактор содового раствора	1	
9		Нутч-фильтр	1	
10		Сборник спирта технического	1	
11		Адсорбер	1	
12		Насос	1	
13		Вакуум-насос	1	

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ХТМ-71ш.16.115.МГ.03.00.00.00 КР	Лист	Масштаб
Разраб.	Освадич В.В.				Компоновочный		1:100
Проб.	Середа В.И.				монтажный чертеж	Лист	Листов 1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
Копировал						Ши СумГУ	
Формат А1							

Наименование показателя	Показатели оборудования по вариантам	
	базовый	новый
Показатели назначения		
Производительность в сутки, л тыс	20	25
Производительность в год, л тыс	6340	7925
Показатели технического уровня		
Масса конструкции, т	0,6	0,7
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	0,2	0,25
Экономические показатели		
Оптовая цена, грн.	156340	356661
Капитальные затраты потребителя, грн.	273595	589157
Эксплуатационные затраты потребителя, грн., в том числе:	108477	132053
– заработная плата обслуживающего персонала	2350	4192
– текущий ремонт оборудования	18760	20200
– амортизационные отчисления	30095	65907
– затраты на электроэнергию	22770	14458
Годовая экономия потребителя на эксплуатационных затратах, грн.	–	184875
Годовой экономический эффект потребителя, грн.	–	147107
Коэффициент экономической эффективности	–	0,3
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	–	3,2
Рентабельность, %	–	25

					ХТМ-71ш.161.15.МГ.04.00.00.00 Д				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Технико-экономические показатели		Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Освадич В.В								
Проб	Середа В.И				Таблица				
Т.контр							Лист	Листов	
И.контр.							ШИ Сум ГУ		
Чтб									